

Atelier EUCC-France

14-15 octobre 2014

L'érosion du trait de côte rocheux et sableux sur le littoral Varois :

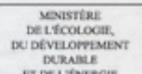
présentation des dernières études
menées et des travaux associés



organisé par

Nathalie Marçot, Alexis Stépanian (BRGM)

Benoît Larroque (ONF)



Les trois organisateurs souhaitent adresser leurs plus vifs remerciements à ceux qui, à divers titres, les ont aidés dans la préparation de ces journées :

- Sylvie Arène, chef du Service Espaces Naturels Sensibles du Conseil Général du Var
- Richard Barety, Conservatoire du littoral
- Yvonne Battiau-Queney, Présidente d'EUCC-France
- Martine Blondin, Service Restauration des Terrains en Montagne de l'ONF
- Cécilia Claeys, Université d'Aix Marseille LPED
- Christine Clus-Auby, Secrétaire générale d'EUCC-France
- Nathalie Bernard, chef du service Mer et Littoral de la Région PACA
- Thierry Eme, Service Restauration des Terrains en Montagne de l'ONF
- Frédérique Gimond-Lanteri, responsable du site des Salins d'Hyères à la Communauté d'Agglomération Toulon Provence Méditerranée
- Jeremy Giuliano, doctorant BRGM
- Anne-Marie Grimal, chef du service Bâtiment à la Communauté d'Agglomération Toulon Provence Méditerranée
- Franck Gualco, chef de projet au service Espaces Naturels Sensibles du C G du Var
- Mireille Guignard, MEDDE, bureau du littoral et du domaine public maritime
- Claude Guérin, responsable du bureau d'études Alpes-Maritimes – Var de l'ONF
- Hugues Heurtefeux, EID-Méditerranée
- Simon Ipoutcha, chef de projet au bureau d'études Alpes-Maritimes – Var de l'ONF
- Michel Kauffman, chef du Service Aménagement du territoire à la DDTM du Var
- Jean-Louis Loeuillard, chef du Service Mer au Conseil général du Var
- Olivier Le Neannec, chargé de mission sentier littoral et espaces naturels à la Communauté d'Agglomération Toulon Provence Méditerranée
- Corine Lochet, chargée de mission Mer et Littoral à la Région PACA
- Magali Pontier, Responsable du Service Littoral, Ville d'Hyères-les-Palmiers
- Marion Pravin, responsable du bureau d'études Bouches du Rhône – Vaucluse de l'ONF
- Guirec Queffeulou, en charge du Contrat de Baie à la Communauté d'Agglomération Toulon Provence Méditerranée
- Sandrine Sellier-Richez, déléguée mer littoral à la DDTM du Var
- Johanna Simeoni, EID-Méditerranée

- Delphine Thibault, Directrice de l'environnement au Conseil Général du Var
- Claire Vignon, responsable communication de l'ONF Méditerranée
- Alain Vincent, Responsable travaux Alpes-Maritimes – Var de l'ONF

ainsi qu'aux personnalités élues qui les ont soutenus ou qui accueillent cet atelier sur le territoire de leur collectivité :

- Michel Vauzelle, Ancien Ministre, Député des Bouches-du-Rhône, Président de la Région Provence-Alpes-Côte d'Azur
- Hubert Falco, Ancien Ministre, Sénateur-Maire de Toulon, Président de la Communauté d'Agglomération Toulon Provence Méditerranée,
- Jean-Pierre Giran, Député-Maire d'Hyères-les-Palmiers
- Mireille Peirano, Vice-Présidente de la Région PACA
- Christine Sandel, Conseillère Régionale PACA
- François Cavalier, Vice-Président du Conseil Général du Var
- Gilles Vincent, Maire de St Mandrier, Vice-Président de la Communauté d'Agglomération Toulon-Provence-Méditerranée, Conseiller Général du Var
- Hervé Stassinou, Maire du Pradet, Vice-Président de la Communauté d'Agglomération Toulon Provence Méditerranée
- Robert Bénéventi, Maire d'Ollioules, Président du Syndicat Mixte du SCoT Provence-Méditerranée
- Gil Bernardi, Maire du Lavandou et Président du Syndicat des Communes du Littoral Varois
- Édith Audibert, Adjointe au Maire de Hyères-les-Palmiers, chargée des Ports, des Plages et des Iles.
- François Carrassan, Adjoint au Maire de Hères-les-Palmiers, chargé de la Culture, de l'Environnement, du Développement Durable et de l'Aménagement du Territoire

Merci à tous !

*Cet atelier EUCC-France des **14 & 15 octobre 2014** sera pris en compte par le **CNFPT** au titre de la formation professionnelle des fonctionnaires territoriaux*



*En raison de l'agrément ministériel accordé à EUCC-France, cet atelier est reconnu par le **CNFEL** pour la formation des élus locaux*



Sommaire

AVANT-PROPOS	5
ORGANISATION DES JOURNEES	6
LES SITES ET LES PROBLEMATIQUES	9
PRESENTATION SYNTHETIQUE DU CONTEXTE GEOGRAPHIQUE ET HUMAIN – ENJEUX DE L'AMENAGEMENT LITTORAL	11
UNE GEOLOGIE DU LITTORAL ROCHEUX VAROIS TRES VARIEE	14
LA COTE SABLEUSE VAROISE	27
<i>Les plages du littoral varois : enjeux et stratégie</i>	27
EVOLUTION DES PLAGES DU LITTORAL DU SCOT PROVENCE MEDITERRANEE	30
<i>Contexte</i>	30
<i>Spécificités des plages du SCOT Provence-Méditerranée</i>	32
<i>Les sites visités le 14 octobre</i>	34
LE TOMBOLO OUEST DE GIENS	40
LA PROBLEMATIQUE EROSION DES FALAISES COTIERES	42
<i>Le Projet de recherche VALSE</i>	42
<i>La cartographie de l'aléa à dire d'expert</i>	47
L'ÉROSION DES FALAISES COTIERES EN REGION PACA :	51
UNE APPROCHE INTERDISCIPLINAIRE GEOLOGIE/SOCIOLOGIE	51
INTERACTIONS EROSION - VEGETATION	53
<i>Méthodologie pour le diagnostic des relations érosion – végétation de la côte rocheuse de PACA</i>	53
<i>Importance de la végétation naturelle sur le littoral rocheux. Exemples d'actions préventives de l'érosion s'appuyant sur le génie écologique</i>	59
LES STRATEGIES DE GESTION	73
UNE STRATEGIE NATIONALE POUR ANTICIPER L'ÉROSION LITTORALE	75
<i>Un constat partagé : le littoral est une interface terre-mer riche mais fragile</i>	75
LES TRAVAUX DU CEREMA DANS LE CADRE DE LA STRATEGIE NATIONALE DE GESTION INTEGREE DU TRAIT DE COTE ET LEUR DECLINAISON DANS LE DEPARTEMENT DU VAR	82
<i>La mise à jour du catalogue sédimentologique</i>	82
EXPERIMENTATION DE RELOCALISATION DES ACTIVITES ET DES BIENS SUR LES TERRITOIRES MENACES PAR LES RISQUES LITTORAUX	85
<i>La plaine côtière du Ceinturon face aux risques littoraux</i>	85
<i>L'Almanarre et les Salins d'Hyères</i>	86
LE CONTRAT DE BAIE DE LA RADE DE TOULON ET DE SON BASSIN VERSANT	88
<i>Description générale</i>	88
<i>Le fonctionnement</i>	89
<i>Enjeux et objectifs du Contrat de baie n°2</i>	89
LA GESTION DES SITES LITTORAUX – EXEMPLES DE TECHNIQUES D'INTERVENTIONS	93
<i>La gestion du sentier du littoral</i>	93
<i>Gestion du site de l'ermitage de la coudoulière</i>	102
<i>Travaux de réhabilitation et d'entretien du sentier du littoral</i>	104
TRAVAUX DE STABILISATION DE VERSANT ET DE LUTTE CONTRE L'ÉROSION MARINE DANS L'ESPACE NATUREL SENSIBLE DE LA PLAGES DU MONACO (COMMUNE DU PRADET)	118
<i>Qu'est-ce qu'un Espace naturel sensible ?</i>	118
<i>Politique départementale en matière d'espaces naturels sensibles</i>	119
<i>Présentation et historique du site de la plage du Monaco</i>	119
<i>Travaux réalisés</i>	120
<i>Réalisation du gabion bois</i>	124

AVANT-PROPOS

Ce 27^{ème} atelier de terrain d'EUCC-France / le Réseau Européen des Littoraux a été organisé conjointement par Nathalie Marçot et Alexis Stépanian (BRGM) et Benoît Larroque (ONF) que nous remercions très sincèrement. C'est un retour en Provence, 5 ans après l'atelier de Carry-le Rouet, déjà piloté par Nathalie Marçot. Par leur variété et leurs caractéristiques naturelles et humaines, les côtes varoises sont un support idéal pour débattre de quelques problématiques essentielles de la gestion intégrée de la frange côtière. Le programme est chargé car il fallait en une journée montrer la diversité des côtes varoises et les enjeux qu'elles recèlent, ainsi que les stratégies de gestion déjà choisies ou en discussion. L'atelier nous conduira sur la plage de la Coudoulière à Saint-Mandrier-sur-Mer, dans la baie de Toulon, puis sur la plage du Monaco au Pradet et enfin sur les côtes sableuses d'Hyères.

Répondant parfaitement aux missions d'EUCC-France, cet atelier va faire le lien entre, d'un côté, les chercheurs et experts du BRGM, de l'ONF et des universités qui contribuent à faire avancer la connaissance des systèmes littoraux et, de l'autre tous ceux qui décident de la gestion de ces littoraux, appliquent sur le terrain les choix retenus ou plus simplement "consomment" ces espaces très convoités et fragiles. Car il faut bien connaître le fonctionnement de ces côtes pour les gérer et les utiliser intelligemment, sans risquer d'en faire disparaître les formidables atouts. Les décisions d'aujourd'hui engagent l'avenir, parfois pour très longtemps. L'atelier fera le point sur les avancées récentes de la connaissance, en particulier grâce au programme VALSE. Il sera aussi très instructif de voir comment le BRGM et l'ONF travaillent de concert pour trouver des voies nouvelles de "génie écologique".

Comment les décideurs et les gestionnaires ont-ils et vont-ils utiliser ces progrès de la connaissance? C'est le deuxième volet de cet atelier qui réunira quelques-uns des acteurs clés de ce littoral varois. Nous donnerons la parole aux représentants des collectivités territoriales (Région, Département, communes et communauté d'agglomération de TPM), toujours fortement impliquées dans l'aménagement et la protection de l'environnement littoral. Interviendront aussi les représentants du Ministère de l'Écologie (MEDDE) et des services déconcentrés de l'État qui ont la lourde charge de décliner sur le terrain les options de stratégie nationale de gestion des zones côtières. EUCC-France a également pour mission de sensibiliser, informer, "éduquer" la société civile, ceux qui vivent sur le littoral, en apprécient ses valeurs paysagères, sa biodiversité, son potentiel d'activités économiques et récréatives, sans toujours réaliser les menaces qui pèsent sur ces richesses. Les ateliers d'EUCC-France privilégient les discussions sur le terrain, les échanges d'idées et d'expériences entre tous les intervenants. Partir du concret, confronter la théorie (et parfois certaines idées reçues) avec la réalité est depuis le début de l'histoire des ateliers EUCC-France leur raison d'être et ce qui en fait le succès.

Comme il est de tradition, l'atelier se terminera par un débat / forum en salle qui réunira tous les participants et permettra de restituer les échanges de la veille, de faire le point sur les problèmes latents et de proposer des solutions raisonnées et ... raisonnables.

Yvonne Battiau-Queney

Présidente d'EUCC-France / le Réseau Européen des Littoraux

ORGANISATION DES JOURNEES

EUCC-France a choisi cette année de proposer un atelier de terrain sur la côte varoise, en axant les journées sur la problématique instabilités de falaises côtières principalement sur les communes de Saint-Mandrier-sur-Mer, Toulon et le Pradet, ainsi que sur la problématique côte sableuse cette fois-ci sur la commune d'Hyères.

Seront illustrés les nouvelles techniques de suivi et l'amélioration de la connaissance sur les mécanismes d'éboulement, le rôle de la végétation pour lutter contre l'érosion, la gestion du sentier du littoral, le contrat de baie de Toulon, les aménagements souples (génie écologique) et enfin la recomposition spatiale de la plaine du Ceinturon

Les sites suivants ont été choisis à la fois pour leur intérêt technique et scientifique, mais également afin de pouvoir observer des panoramas plus généraux montrant la géomorphologie des sites alentours.

Dans le détail, les différents sites et sujets traités sont :

JOURNEE TERRAIN DU 14 OCTOBRE 2014

Site 1 : Plage de la Coudoulière à Saint-Mandrier-sur-Mer

- Accueil de Monsieur Gilles Vincent, Maire de Saint-Mandrier-sur-Mer, Vice-Président de TPM, Conseiller Général
- Présentation des journées EUCC-France
- Plan de gestion – sentier littoral
- Évolution de la plage (galets), dynamique des vagues et de la houle
- Problématique instabilités des falaises côtières : géologie des falaises de la Coudoulière, instabilités rencontrées
- Interaction érosion-végétation, méthodologie d'analyse et exemple sur le secteur
- Gestion du sentier du littoral contre l'érosion : conception et travaux de déplacement du sentier avec mise en défens

Site 2 : Baie de Toulon

- Le contrat de baie de la ville de Toulon par TPM

Site 3 : Tour Royale à Toulon

- Introduction à la problématique instabilités de falaises, géologie, type d'érosion, événements historiques, aménagements pour lutter contre l'érosion
- Interaction érosion-végétation, méthodologie et exemple sur le secteur
- Projet VALSE sur l'érosion des falaises

Site 4 : Plage du Monaco au Pradet

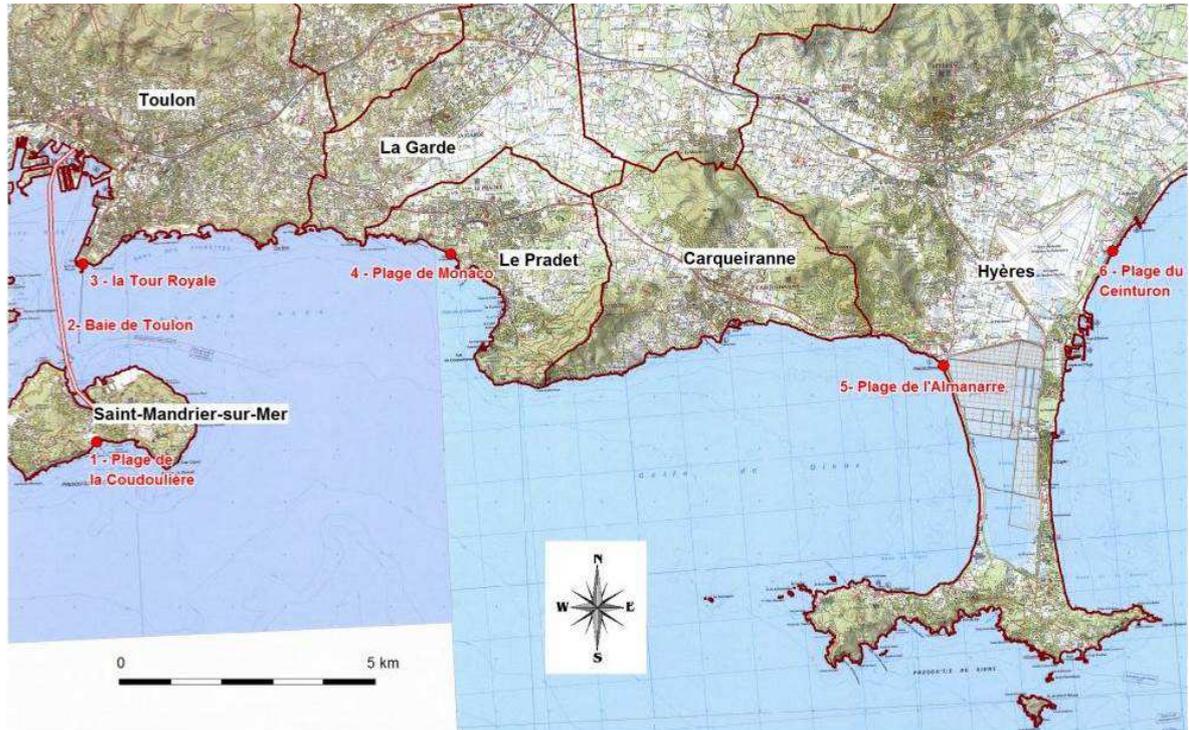
- Introduction : érosion sableuse, protection des personnes et environnement
- Histoire du site et diagnostics géotechniques avec exemple d'aménagement dit souple : gabion bois
- Rôle de la végétation à l'état « naturel », quelle gestion pour la prévention des désordres ?

Site 5 : Plage de l'Almanarre à Hyères

- Gestion de la plage
- Coupure de la route et aménagements d'accueil du public

Site 6 : Plage du Ceinturon à Hyères

- Littoral de la plaine du Ceinturon
- Interaction risques érosion/submersion
- Concomitance crue et submersion
- Projet de recomposition spatiale



Localisation des sites d'observation (source Scan 25 IGN)

TABLE RONDE DU 15 OCTOBRE 2014

Accueil de Monsieur Jean-Pierre Giran, Député-Maire d'Hyères-les-Palmiers

Ouverture de la table ronde par Madame Mireille Peirano, Vice-Présidente du Conseil Régional PACA

Stratégies de gestion du littoral

- Représentation sociale du risque d'érosion, pratiques et usages
- Quelles actions préventives de l'érosion ?
- Projets de recomposition spatiale

L'ensemble des documents produits dans le cadre de ces ateliers EUCC (livret-guide, compte rendu, photos...) seront disponibles sur les sites :

EUCC France : <http://euccfrance.fr/>

ORRM : Observatoire Régional des Risques Majeurs en région PACA
<http://observatoire-regional-risques-paca.fr/>

LES SITES ET LES PROBLEMATIQUES

PRESENTATION SYNTHETIQUE DU CONTEXTE GEOGRAPHIQUE ET HUMAIN – ENJEUX DE L'AMENAGEMENT LITTORAL¹

La Région PACA présente d'ouest en est près de 900 km de côtes très découpées bordant la Méditerranée. Sur le littoral se succèdent les rivages bas (Camargue et Crau), les calanques calcaires de la côte Bleue et de Marseille-Cassis) puis les paysages cristallins du Var et des Alpes Maritimes.

Les coteaux de la Provence voisinent le littoral à l'ouest du territoire alors que les reliefs montagnards jouxtent la mer à l'est du Var et dans les Alpes Maritimes.



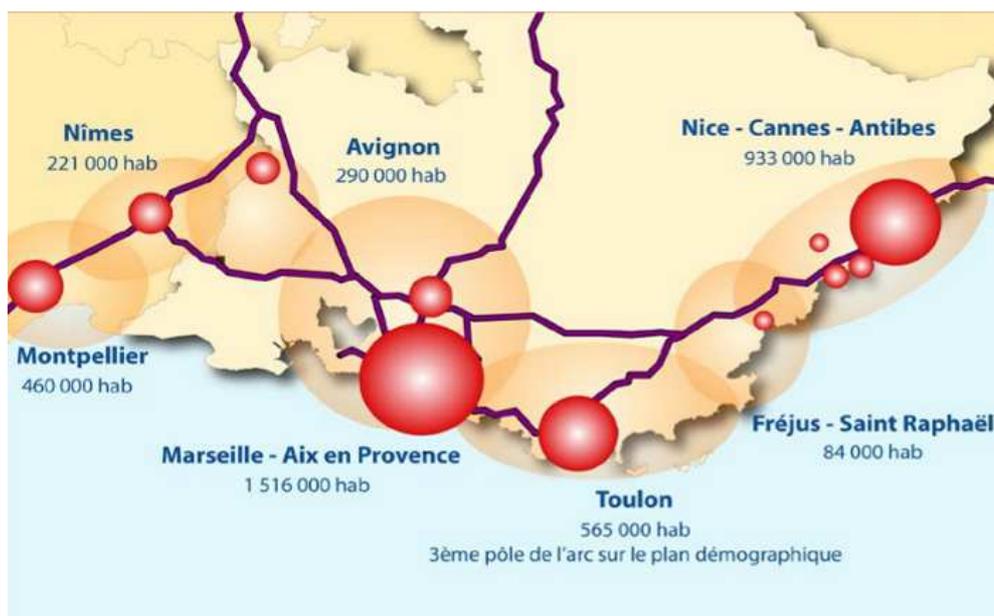
Contexte géographique de la région PACA (Source www.regionpaca.fr)

Fort de 4,8 millions d'habitants, le territoire est fortement métropolisé puisque 65 % de la population réside dans les aires urbaines de Marseille (1,6 M d'h), Nice (0,9 M d'h) et Toulon (0,6 M d'ha) c'est-à-dire dans les zones littorales.

La sensibilité aux risques naturels est générale puisque chacune des 968 communes est soumise au moins à une forme d'aléa.

¹ ONF d'après :

- www.regionpaca.fr
- Quel Var en 2030 ? Conseil Général du Var – Direction générale des services. Mission expertise, prospective, innovation.
- SCOT Provence Méditerranée. www.scot-pm.com, rapport de présentation,...



Le chapelet de métropoles de l'arc méditerranéen (source SCOT Provence Méditerranée)

Le département du Var répond lui aussi à ce contraste géographique et humain: densément peuplé sur la frange littorale, il devient forestier et rural très rapidement vers le nord.

Son économie est fortement dépendante de l'attractivité touristique et résidentielle liée au climat méditerranéen, à l'environnement et en particulier à la qualité des paysages littoraux.



Côte Varoise (source www.var.fr)

Ces migrations croissantes font attendre une augmentation de population de 250 000 h à l'horizon 2030 qui sera essentiellement générée par l'arrivée de seniors (Nb : pour une population actuelle de 1,3 M d'ha).

Bien qu'assurant une certaine forme de croissance, ce paradigme de l'économie résidentielle génère aussi des contraintes fortes : dépendance à la saison estivale, précarisation des emplois et surabondance des services à la personne, besoin permanent en logements, périurbanisation et forte pression d'urbanisation sur les espaces agricoles et naturels.

Le littoral de l'aire toulonnaise concentre 40 % de sa population résidentielle et 82 % des résidences secondaires sur une bande de 800 m de large. Le processus d'urbanisation du littoral est toujours actif puisque 40 % des logements construits entre 1990 et 1999 l'ont été sur cette frange. En raisonnant sur une bande de 300 m, 40 % est aujourd'hui urbanisée contre 28 % en 1972.

Le littoral constitue donc un élément socio-économique fondamental.

Outre les emplois de services cités plus haut, l'arsenal militaire de Toulon, dont dépendent 25 000 emplois militaires et civils, participe fortement au dynamisme économique local.

Cependant, en dépit de cette pression foncière et des activités liées, une proportion conséquente du littoral reste composée d'espaces à dominante naturelle pour la plupart exceptionnels sur le plan paysager. Il s'agit là d'un élément emblématique de l'aire toulonnaise et d'une composante majeure de son attractivité.

Conscients de ces enjeux, les acteurs publics agissent pour la mise en valeur de ce patrimoine côtier :

- acquisitions du Conservatoire du Littoral,
- gestion du sentier littoral et de sites pour le compte du CELRL par la Communauté d'Agglomération Toulon-Provence-Méditerranée (TPM),
- politique des Espaces Naturels Sensibles du Conseil Général.
- soutien à la connaissance et aux interventions locales par la Région PACA.



Plage du Monaco, ENS du CG 83

À une échelle élargie, le second Contrat de baie de la rade de Toulon (2013-2018) porté par TPM se donne pour ambition de fédérer les actions pour l'amélioration de l'écosystème littoral : amélioration de la qualité des eaux, gestion durable des ressources et des milieux pour le maintien des usages, mise en valeur des écosystèmes terrestres et aquatiques, animation des acteurs du territoire.

Afin d'appuyer cette volonté de gestion intégrée par les acteurs locaux, il est nécessaire de comprendre les mécanismes géomorphologiques qui structurent l'évolution du littoral et d'être en capacité de proposer des solutions techniques garantes de la sécurité des usagers et permettant une expression des paysages et de la biodiversité.

L'atelier terrain permettra d'illustrer ces démarches d'aménagement pour une gestion plus intégrée du littoral.

UNE GEOLOGIE DU LITTORAL ROCHEUX VAROIS TRES VARIEE



GENERALITES

Les éléments présentés dans ce chapitre sont extraits de l'étude Falaises Côtières du BRGM².

Le littoral Varois est principalement cristallin. Seule la partie occidentale au niveau de Bandol – Sanary est sédimentaire. Ailleurs, les faciès géologiques évoluent entre différents degrés de métamorphisme : faible métamorphisme à l'ouest (schistes et phyllades) et fort métamorphisme à l'est accompagné de plutonisme (amphibolites, gneiss et migmatites + granite). Enfin, le littoral de l'Esterel fait apparaître du volcanisme acide : coulées rhyolitiques:

Exemples de lithologies rencontrées sur le littoral rocheux Varois :

- 1- Coulée de rhyolite ignimbritique riche en phénocristaux au Cap du Dramont (St-Raphaël)
- 2- Micaschistes à staurotide et grenat du Cap Nègre (le Lavandou)
- 3- Granite de Camarat (Saint-Tropez)
- 4- Complexe leptyno-amphibolitique (la Croix Valmer)
- 5- Alternance de gneiss fins et micacés (Sud de Saint-Tropez)
- 6- Arkoses, grès et pélites du Permien (Carqueiranne)
- 7- Schistes verts riches en exudats de quartz à Six-Fours

Les principaux massifs correspondent au massif du Cap Sicié, à la chaîne littorale du massif des Maures et à la corniche du massif de l'Esterel.



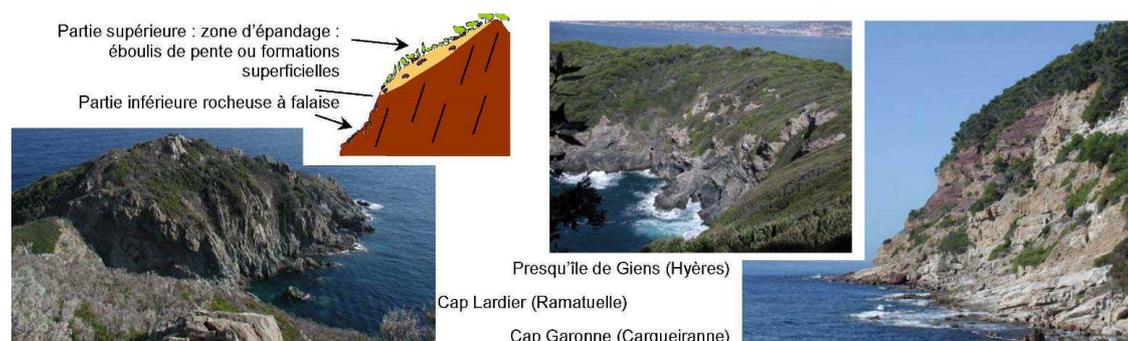
Faciès géologiques présents sur le littoral du Var

Sur les 330 km de côte Varoise, 215 représentent un littoral rocheux à falaise d'au moins 5 m de haut. Etant donnée la nature géologique des terrains concernés, les falaises sont moins hautes que celles calcaires des Bouches-du-Rhône ou des Alpes Maritimes, et atteignent généralement 100 m voir 300 m exceptionnellement au Cap Sicié, mais avec une partie rocheuse d'environ 100 m puis un talus végétalisé au -dessus.

² Rapport BRGM RP-52829-FR

En effet, les falaises du littoral Varois sont en général composées de deux parties :

- une partie rocheuse correspondant à la falaise proprement dite, pentée de 60 à 80°, où se rencontrent les instabilités les plus importantes (chutes de blocs, éboulements en masse, glissements etc...)
- une partie végétalisée en partie supérieure, moins pentue (45 à 60°) correspondant souvent à une zone d'épandage, où l'on peut observer des phénomènes de ravinement.



Géomorphologie du littoral rocheux Varois

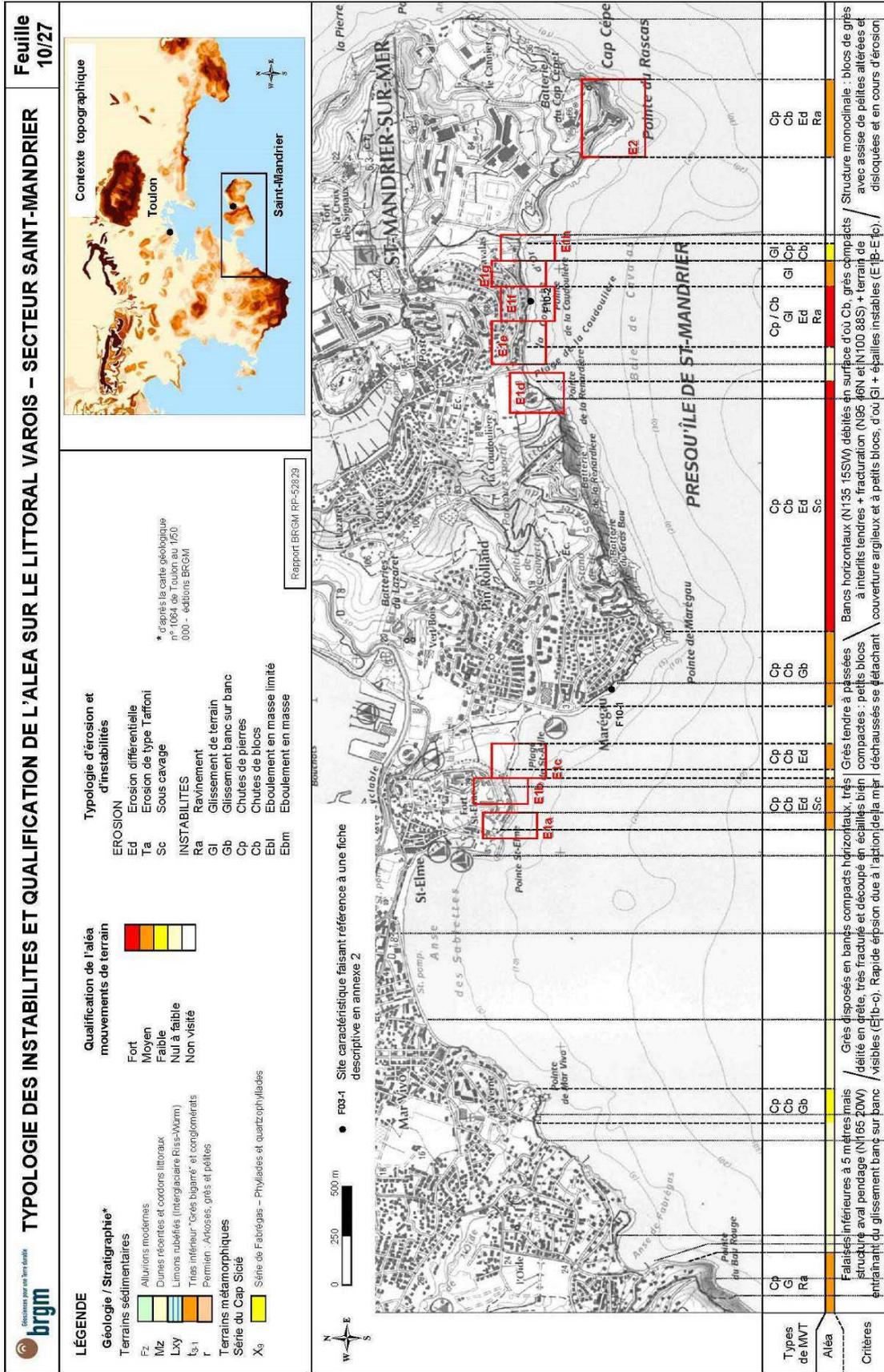
Les instabilités rencontrées sur le littoral à falaises du Var sont liées à la nature cristalline du rocher : ces faciès minéralisés montrent des types d'érosion tels que les taffoni par exemple, qui désagrègent les roches en formant des alvéoles de diamètre parfois supérieur à 1 mètre. La structure interne joue aussi énormément dans la stabilité : les plans de foliation structurant les roches métamorphiques offrent des plans privilégiés de déstabilisation. Les pendages forts de ces foliations peuvent induire des glissements bancs sur bancs, notamment dans les complexes leptyno-amphibolitiques du massif des Maures. La dépression Permienne de part et d'autre du massif des Maures est marquée par une alternance de grès, argiles et pélites où les chutes de blocs sont abondantes du fait de la différence de compétence entre les faciès. Enfin, la présence de formations superficielles, principalement dues à l'altération des granites, entraîne des glissements de terrain et des ravinements.

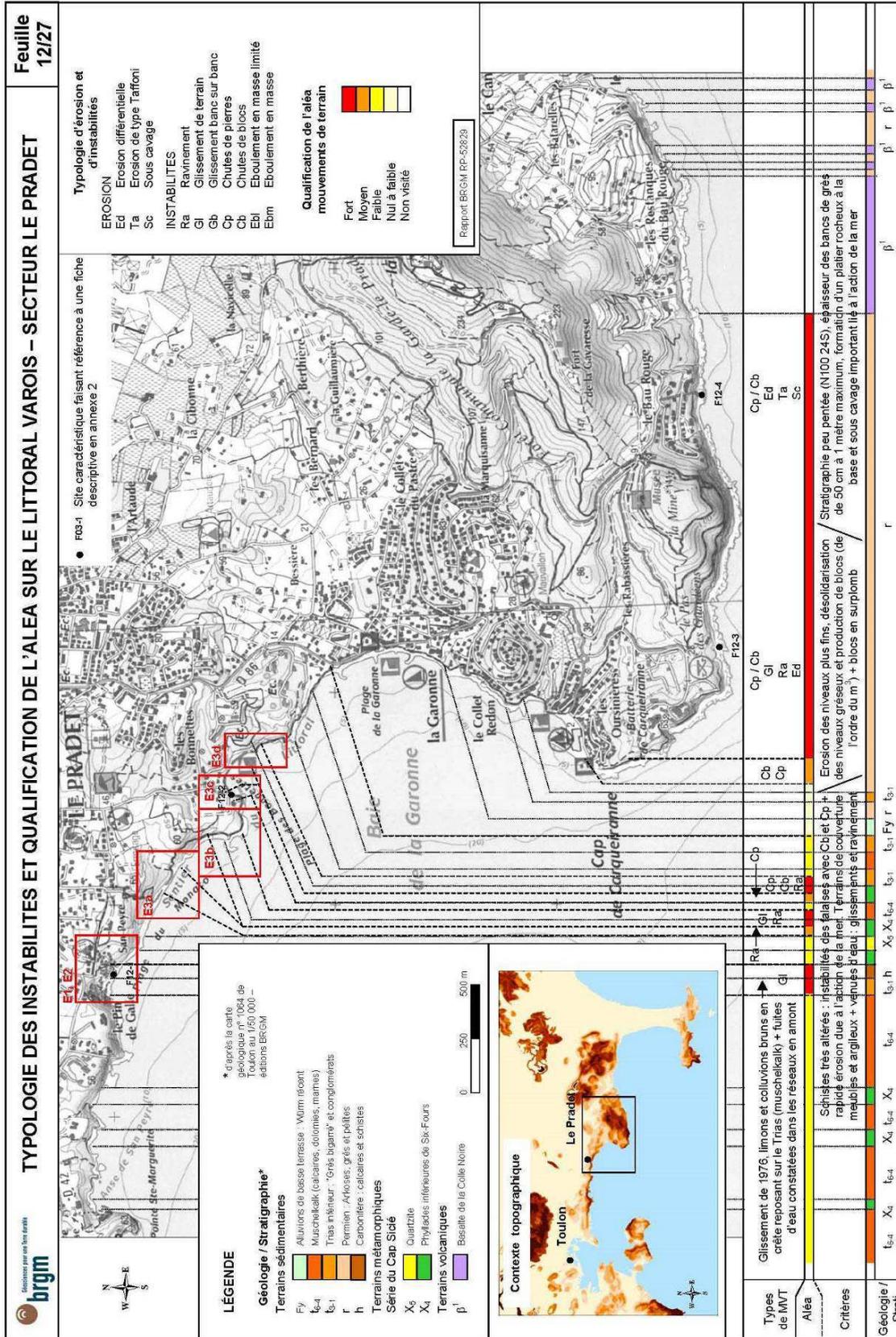


Exemples d'instabilités rocheuses rencontrées sur le littoral rocheux Varois

Ci-après les extraits des cartographies d'aléa de l'étude BRGM de 2004.

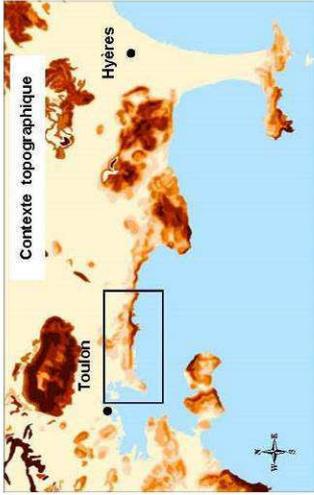
Contacts : BRGM Direction Régionale Provence-Alpes-Côte d'Azur : Nathalie Marcot
n.marcot@brgm.fr





Extrait de la cartographie d'aléa sur le secteur du Pradet (BRGM-2004)

TYPLOGIE DES INSTABILITES ET QUALIFICATION DE L'ALEA SUR LE LITTORAL VAROIS – SECTEUR TOULON EST



* d'après la carte géologique n° 1064 de Toulon au 1/50 000 - éditions BRGM

Typologie d'érosion et d'instabilités

EROSION
Ed Erosion différentielle
Ta Erosion de type Taïfoni
Sc Sous cavage

INSTABILITES
Ra Ravinement
Gt Glissement de terrain
Gb Glissement banc sur banc
Cp Chutes de pierres
Cb Chutes de blocs
Ebl Eboulement en masse limité
Ebm Eboulement en masse

Qualification de l'aléa mouvements de terrain

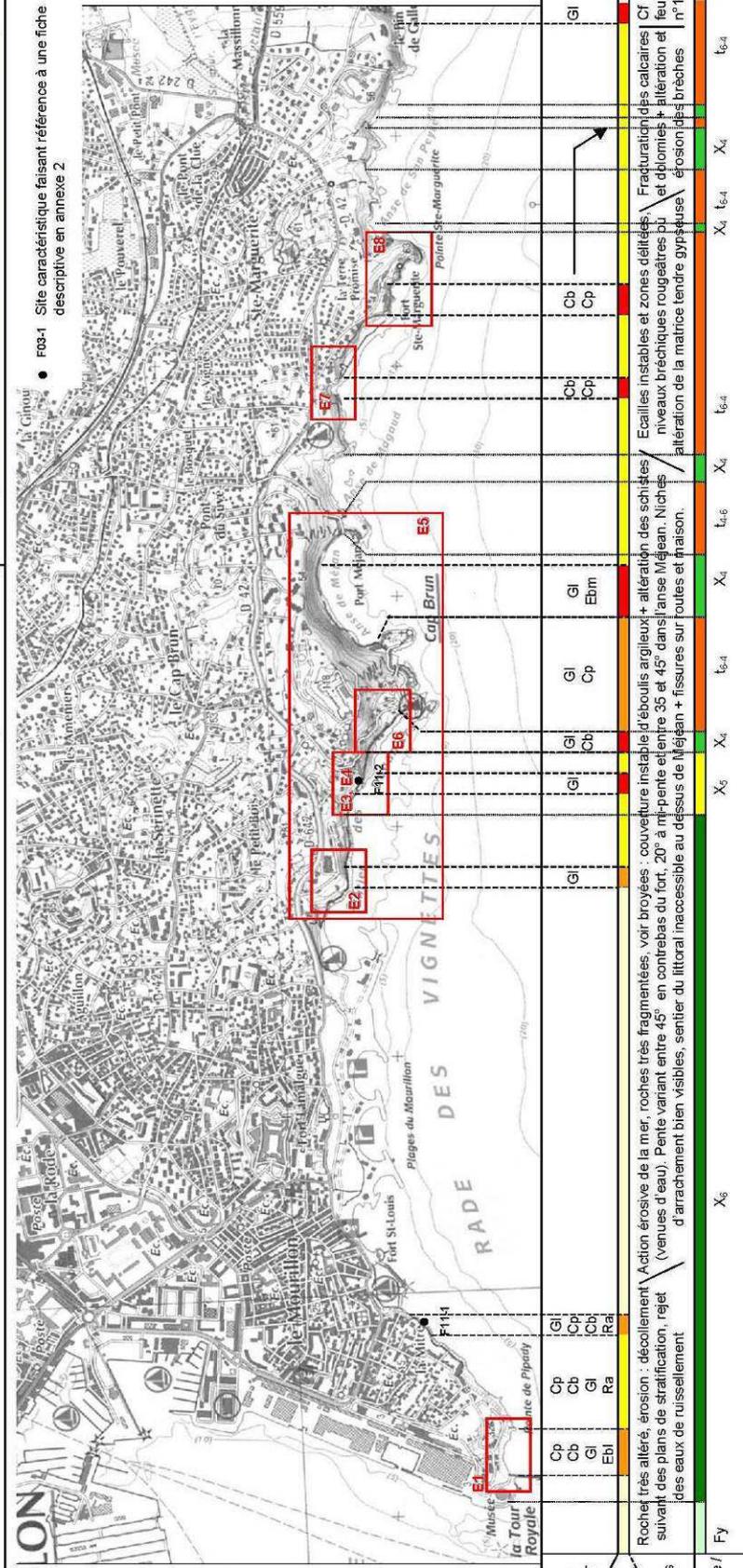
Fort
Moyen
Faible
Nul à faible
Non observé

Géologie / Stratigraphie*

Terrains sédimentaires
Fy Alluvions de basse terrasse - Valim récent
t₆₋₄ Muschelkalk (calcaires, dolomies, marnes)

Terrains métamorphiques
Série du Cap Sicié
X₅ Phyllites supérieures de Six-Fours
X₆ Quartzite
X₄ Phyllites inférieures de Six-Fours

Rapport BRGM RP-E2829



Types de MVT	Aléa	Critères	Géologie / Strati	Site caractéristique	Etudes
GI	X ₄	Roches très altérées, érosion : décollement suivant des plans de stratification, rejet des eaux de ruissellement	Fy	F11-1 : le Mourillon - les Mitres	E1 : Etude de la stabilité de la falaise de Piparty à Toulon – BRGM 86SGN545PAC – oct 86
Cp	X ₆		X ₆		E2 : Rés Stc Marie – Faisabilité géotech – Projet immobilier – BRGM 77SGN251PRC – mai 77
Cb	X ₄		X ₄	F11-2 : Cap Brun - la Batterie Basse	E3 : Sentier du littoral – Corniche du Mourillon, Prise en compte de l'aléa – CETE MPH000358 – nov 00
GI	X ₄		X ₄		E4 et E5 : Etude des Glissements de terrain du Cap Brun – BRGM 72SGN362PRC – octobre 72 et 76SGN086PRC - 77
GI	X ₄		X ₄		E6 : Etude des GI du Cap Brun chemin Batterie Basse – BRGM 75SGN089PRC – mars 75
Cb	X ₄		X ₄		E7 : Accès à la plage de Massacan La Gardé – Mise en sécurité – IMS G11 déc 00
Cp	X ₄		X ₄		E8 : Falaise Site Marguerite - Etude de stabilité BRGM 76 SGN 299PRC – Jul 76



Prise en compte de la problématique des risques liés aux falaises côtières dans l'aménagement du territoire en Provence-Alpes-Côte d'Azur - Année 1 : Bilan des connaissances, définition des instabilités et qualification de l'aléa

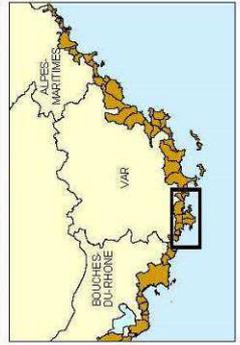


Planche 3

Evaluation de l'aléa instabilités de falaise sur le littoral de Provence-Alpes Côte d'Azur au 1/100 000ème

Prise en compte de la problématique des risques liés aux falaises côtières dans l'aménagement du territoire

Même Contrat de Plan Etat Région
 "Risques naturels et nuisances -
 Action : Données, information, évaluation sur les risques naturels"



Fonds administratifs
 Limites de commune (IGN BD Cartho)
 Carte IGN scannée au 1/100 000

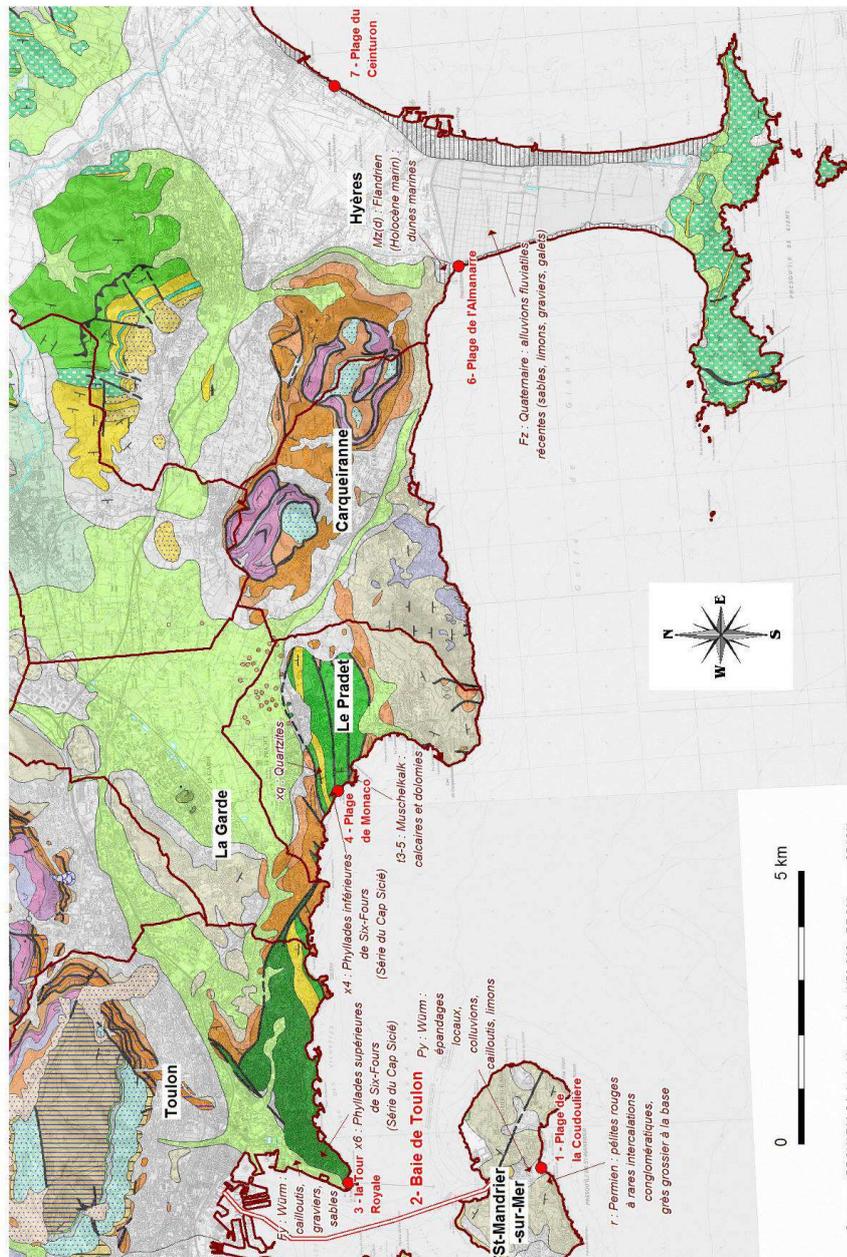
Evaluation de l'aléa instabilités de falaise (de type chutes de blocs, éboulements)

Aléa fort	Non visité
Aléa moyen	Instabilité de type glissement de terrain / ravinement
Aléa faible	
Aléa nul à faible	

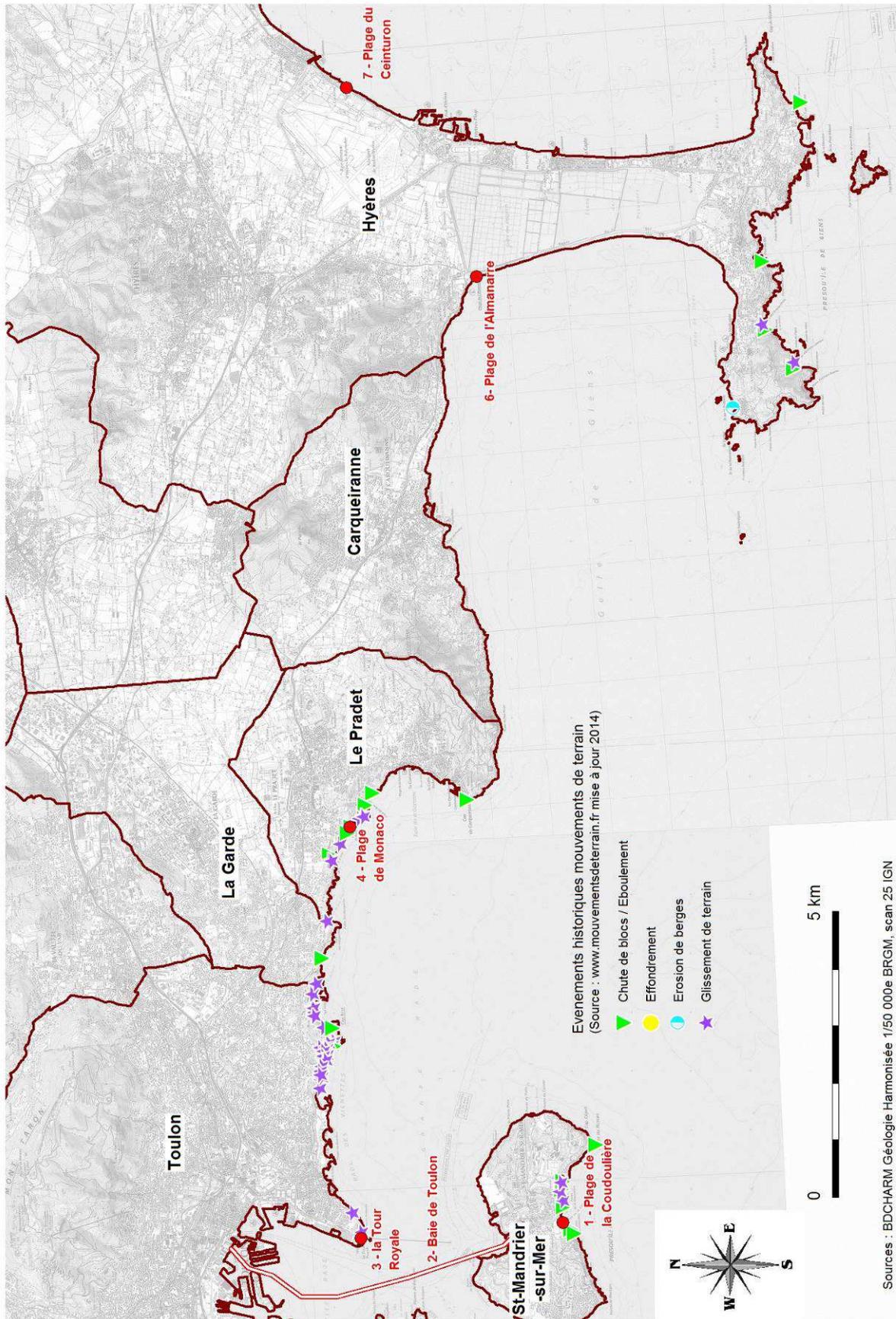
PRESENTATION GEOLOGIQUE DES SITES DE FALAISES COTIERES VISITES

Les 3 sites rocheux visités au cours des ateliers se situent pour le premier sur la bordure sud de la dépression Permienne (Coudoulières – St Mandrier), et pour les suivants (Tour Royale à Toulon et Plage du Monaco au Pradet) au sein des schistes et phyllades du complexe métamorphique du Massif des Maures.

Un certain nombre de mouvements de terrain de types instabilités de falaises côtières (qu'il s'agisse de chutes de blocs, d'éboulements ou de glissements de terrain altérés) se sont déjà produits sur ce littoral Varois occasionnant des dommages plus ou moins importants (source : www.mouvementsdeterrain.fr)



Cadre géologique des différents sites visités



SITE 1 : PLAGE DE LA COUDOULIERE A SAINT-MANDRIER-SUR-MER

Toute la côte sud de la commune de Saint-Mandrier-sur-Mer est formée de falaises de Permien, avec une alternance caractéristique d'arkoses, de grès et de pélites. Cette alternance de niveaux de compétences différentes favorise des érosions différentielles et par conséquent la production de blocs parfois assez conséquents (dizaines de m³).



Vue générale des falaises de la Coudoulière vers l'Ouest

Le site de la Coudoulière présente des falaises rocheuses composées d'arkoses, de grès et de pélites rouges du Permien à rares intercalations conglomératiques, ainsi que du grès grossier à la base. Ce faciès est visible sur un linéaire continu de part et d'autre de la plage de la Coudoulière (vers la Pointe de la Coudoulière à l'Est, et la Pointe de Marégaux à l'Ouest).

Les falaises atteignent une hauteur de 10 à 15 m maximum à proximité de la plage, voir 80 m à l'approche de la Pointe de Marégaux.

On observe de nombreuses discontinuités (deux familles : N95 46N et N100 88S), recoupant les bancs d'arkoses et de pélites pentées vers l'Ouest selon un pendage N135 15SW, ainsi que quelques broussailles et figuiers de Barbarie sur la pente, et des pins au sommet

Concernant les phénomènes d'instabilités, l'alternance de grès, arkoses et pélites du Permien favorise les érosions différentielles, et par conséquent les chutes de pierre et de blocs dans les niveaux gréseux par déstabilisation de ces niveaux plus compétents. Au-dessus, le Permien est souvent recouvert d'alluvions quaternaires représentées par des niveaux argileux et des petits blocs, fréquemment sujet aux glissements de terrain et aux ravinements.

Certains niveaux plus horizontaux sont débités en surface et produisent de la chute de blocs en particulier dans les grès compacts à interlits tendres.

Un terrain de couverture argileux et à petits blocs peut générer parfois des micro-glissements de terrain.

Enfin, des écaïlles s'observent localement du fait de la fracturation intense.

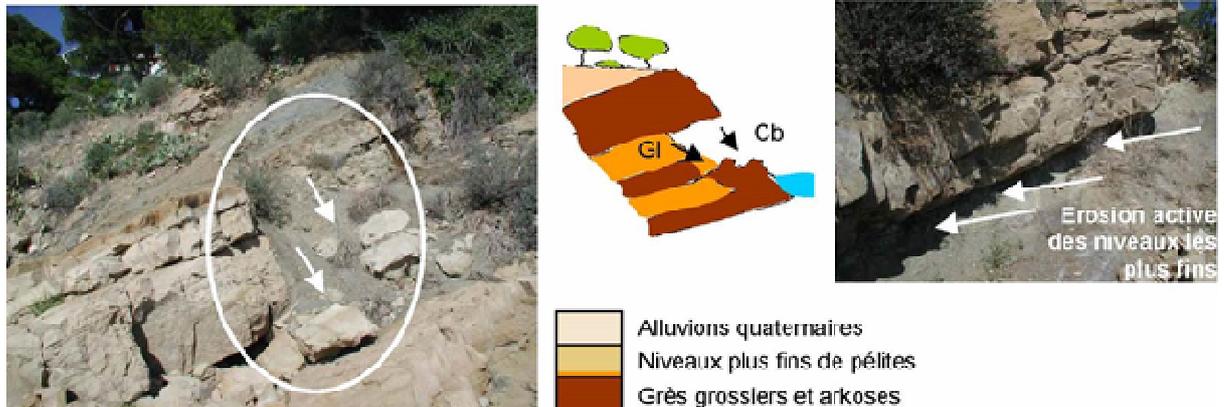


Illustration du phénomène d'instabilité sur les falaises de la Coudoulière

Les facteurs permanents de prédispositions sont la fracturation abondante et l'alternance de niveaux gréseux compétents et de niveaux plus fins qui favorisent l'érosion différentielle et par conséquent les chutes de blocs.

Les facteurs déclenchants / aggravants sont la proximité de la mer pouvant générer une action marine en pied de falaise.

En savoir plus sur la géologie du secteur d'après la carte géologique du BRGM (1064 – TOULON) :

Le Permien apparaît entre les massifs métamorphiques du Cap Sicié, au Sud, et les chaînons plissés nord-toulonnais. Dans la région de Sanary et de la Seyne, il est fréquemment recouvert par les alluvions quaternaires. On y distingue approximativement les subdivisions lithologiques suivantes :

- **À la base, un poudingue à gros éléments de Houiller et phyllades, bien développé dans le massif des Playes (près de Six Fours) où il est discordant sur le Carbonifère.**
- **Dans la partie moyenne apparaissent des grès grossiers et des arkoses de teinte claire alternant avec des niveaux plus fins. Au Cap Garonne, on observe des grès en boules associés à des niveaux à Septaria. Vers le sommet, s'intercalent des tuffo-grès et des tufs sédimentaires s'imbriquant étroitement (tranchée de la voie ferrée de Brégaillon, près de la gare de La Seyne). On observe également, associés indifféremment aux faciès détritiques et pyroclastiques, des cordons ou lentilles de galets de laves ignimbritiques, dont la composition minéralogique montre une variation continue depuis les types rhyolitiques potassiques (rares) jusqu'aux types latitiques et rhyodacitiques (plus abondants). Il existait donc, au Permien, en Provence orientale, un volcanisme acide comparable à celui de l'Estérel. Dans la région de Carqueiranne, entre la pointe de Beau Rivage, à l'Est, et la pointe du Bau Rouge, à l'Ouest, il existe sept coulées de laves successives. Ces laves, interstratifiées dans les grès et arkoses du Permien moyen, sont fréquemment altérées. Leur structure est généralement doléritique, passant parfois à une structure microlitique au sommet de la coulée. Composition minéralogique : plagioclase An 65-70, augite titanifère violacée, olivine, minéraux opaques, apatite. Il faut souligner l'analogie du mode de gisement des basaltes doléritiques de Carqueiranne et les similitudes chimiques et pétrographiques de ces laves par rapport à celles de l'Estérel.**
- **La partie terminale montre, au Cap Garonne, une alternance de grès arkosiques rouges et de pélites gréseuses ou micacées de teinte violette. Cette formation se retrouve également à l'Ouest de la rade de Toulon, dans l'anse de Fabrégas, où on a signalé des traces individuelles de Vertébrés de taille moyenne ou petite, tétradactyles ou pentadactyles, ainsi que divers types de pistes d'Arthropodes et des plaquettes rouges à gouttes de pluie.**

SITE 3 : TOUR ROYALE A TOULON

Le site de la Tour Royale présente une falaise composée de Phyllades supérieures de Six-Fours (Série du Cap Sicié). D'après la notice de la carte géologique du BRGM (1064 – TOULON), ce sont des schistes sériciteux lardés de quartz passant, au sommet, à des quartzophyllades gris satiné, en très petits bancs associés à des séricitoschistes gris et noirs. Ils affleurent largement dans le massif des Playes et dans les collines de Millonne, au NE de Six Fours. Entre la pointe de Garde-Vieille et la pointe de l'Eperon, cette formation affleure au bord même de la mer.



Vue de la falaise à l'Est de la Pointe de la Tour Royale à Toulon

De manière générale, le rocher est très altéré, et l'érosion observée provoque le décollement des phyllades suivant des plans de stratification.

SITE 4 : PLAGE DU MONACO AU PRADET

La plage du Monaco sur la commune du Pradet, s'étend sur 800 m du Pin de Galles à l'Ouest jusqu'aux Bonnettes à l'Est.

La falaise en arrière de la plage du Monaco est néanmoins difficile à observer du fait de son état d'altération et de l'abondante couverture végétale.



Plage du Monaco sur la commune du Pradet avec falaises rocheuses de Phyllades déstructurées.

Néanmoins plusieurs glissements de terrain ont été observés sur le secteur, notamment à proximité du lieu-dit le Pin de Galles (événement en 1976). De nombreuses arrivées d'eau en amont sont potentiellement à l'origine des glissements de terrain observés.

Les instabilités rencontrées au niveau des schistes sont dues à la forte altération des formations et entraînent des chutes de pierres et chutes de blocs récurrentes.

La proximité de la mer peut aggraver le phénomène.

Enfin, les terrains de couverture meubles et argileux ajoutés aux nombreuses venues d'eau font de ce secteur un littoral soumis aux phénomènes de type glissements de terrain et ravinements.

En savoir plus sur la géologie du secteur d'après la carte géologique du BRGM au 1/50 000^e (1064 – Toulon) :

Les deux pointes rocheuses (Pin de Galles et Bonnettes) sont constituées de calcaires et dolomies du Muschelkalk composées de la succession lithologique suivante :

- la partie inférieure, 22 à 25 m de calcaire fossilifère compact ou noduleux, avec deux ou trois passées marneuses plus friables. La faune est abondante à certains niveaux et se localise surtout dans les niveaux marneux.
- Au-dessus viennent des calcaires gris fumée où s'intercalent irrégulièrement de fines passées de calcarénite. À la partie supérieure : alternance rythmique de calcaire argileux gris clair ou jaune clair et de calcaire gris fumée (calcaires bicolores). On y trouve localement de minces niveaux de calcaire coquillier. A certains niveaux apparaissent des nodules de calcaire gris fumée et des intercalations peu épaisses de microconglomérats intraformationnels.
- Le Muschelkalk supérieur se termine par des calcaires dolomitiques et des dolomies jaune clair à gris clair, azoïques, assez bien stratifiées. Leur épaisseur varie de 15 m à 6 m environ ; la partie supérieure du dernier banc est envahie par des concrétions siliceuses stratiformes, de la Valette (Baudouvin) jusqu'à la Seyne (Lagoubran) ; elles constituent un remarquable niveau repère à la limite Muschelkalk—Keuper.

Entre les deux, se succèdent d'est en ouest :

- Les Phyllades inférieures de Six-Fours (Série du Cap Sicié), une puissante série comprenant :
 - à la base, des quartzites (ou grès-quartzites) roux et des quartzophyllades ;
 - dans la partie moyenne, des schistes sériciteux clairs lardés de quartz ;
 - au sommet, des quartzophyllades en petits bancs traversés par des filonnets de quartz et de magnétite.
- Des Quartzites, formation compacte blanche, en petits bancs à la base, plus massifs au sommet, où la roche est fortement injectée de quartz. Le passage des quartzophyllades aux quartzites est généralement insensible. La puissance de la tranche quartziteuse est d'environ 40 mètres.
- À nouveau les Phyllades inférieurs de Six-Fours
- Des calcaires et schistes du Carbonifère dont la série complète (visible uniquement dans le massif des Playes, au lieu-dit « Tante Victoire ») est composée de poudingues à gros galets de quartz et d'éléments divers empruntés aux phyllades. Sur ce conglomérat reposent des schistes quartzeux gris foncé passant à des schistes noirs dans lesquels s'intercalent des bancs peu épais (10 à 20 cm), mais nombreux, de formation limoniteuse riche en fer (34 % de Fe). La série se termine par des schistes noirs à minces passées charbonneuses.
- Des grès arkosiques à dragées de quartz du Trias inférieur (grès bigarré provençal) composés :
 - en limite inférieure de l'étage d'un banc conglomératique compact où des niveaux de galets de quartz filonien, fissurés, plus rarement de quartzite et de phanites, à ciment gréseux, alternent avec des lits de grès grossiers et moyens, granoclassés, à stratifications obliques et entrecroisées.
 - Au-dessus apparaît une série de grès grossiers à teinte claire, à mouchetures ferrugineuses et à stratifications obliques et entrecroisées, avec de minces niveaux de microbrèches concret ionnées. Son épaisseur varie de 2 à 3 m au Pradet, à 12 à 15 m à Port Issol,
 - .Au-dessus vient une série détritique lie-de-vin, de 40 à 60 m de puissance, de faciès peu différent de celui du Permien terminal. La muscovite y est toutefois plus abondante. On y observe des bancs de grès argileux micacés à fentes de dessiccation et des Psammites à ripple-marks. Localement, s'intercalent dans cette formation, surtout vers le sommet, des bancs de grès ocre à ciment carbonaté, montrant des stratifications obliques.
 - Le Trias inférieur se termine par une alternance de niveaux feuilletés argileux et de plaquettes à pseudomorphoses cubiques. Un banc de grès dolomitique jaune, fréquemment bréchifié, en marque la limite supérieure, au-dessus de laquelle les marnes et gypses du Muschelkalk inférieur se montrent toujours très tectonisés.

LA COTE SABLEUSE VAROISE

LES PLAGES DU LITTORAL VAROIS : ENJEUX ET STRATEGIE



Jean-Louis LOEUILLARD (chef de service mer-littoral au Conseil Général du Var)

CONTEXTE GENERAL :

L'étude de l'évolution du trait de côte du littoral varois (In Vivo 2004) était une étude de cadrage qui devait s'inscrire dans une réflexion plus globale sur la gestion de l'érosion côtière.

Les objectifs étaient d'établir un diagnostic de l'évolution du trait de côte à l'échelle du Département et de fournir un outil d'aide à la décision et à la gestion à l'attention des Élus du Département. L'étude avait une vocation opérationnelle et devait permettre **d'orienter les avis techniques** sur les dossiers de demande d'aides financières concernant les rechargements de plage ou les aménagements côtiers.

Le Schéma Départemental de la Mer et du Littoral réalisé en 2009-2011 est un outil d'aide à la décision pour les Élus plus largement sur les questions relatives à la frange littorale et marine du Var.

Après des phases de concertation des acteurs, usagers de la mer et des Elus du Littoral, il est ressorti cinq engagements majeurs :

- La gestion des usages en mer en vue de protéger le patrimoine naturel littoral et marin
- La gestion et la valorisation des sites portuaires
- La réduction des pressions sur l'environnement littoral et marin par une action sur l'étalement et la qualité de l'offre touristique
- Sensibiliser, éduquer à l'environnement et à une culture maritime
- Construire une stratégie globale de lutte contre l'érosion et la submersion marine

IMPORTANCE DES PLAGES POUR L'ÉCONOMIE VAROISE :

Le Var accueille chaque année environ 10 millions de touristes, soit plus de **67 millions de nuitées**. Plus de 85% des nuitées se localisent dans les territoires littoraux.

Le **Département du Var est reconnu pour la qualité de ses plages** (nombreux Pavillons Bleus) et de ses eaux de baignade (Certification Qualité des Eaux de Baignade), il est donc naturellement bien pourvu en plages qui répondent à une demande sans cesse croissante : il s'agit d'une **activité économique majeure**.

Il y a **164 plages** identifiées comme telles.

POURSUITE DU SUIVI DU TRAIT DE COTE :

L'objectif de cette étude est de contribuer à l'engagement " **Construire une stratégie globale de lutte contre l'érosion** "

a) Faire un constat de l'évolution des plages :

- Connaître géographiquement la position du littoral du Var et son évolution depuis les plus anciennes campagnes de photos aériennes dont on dispose (1920) jusqu'à nos jours (campagne de 2011) ;
- Evaluer les surfaces de plages en érosion au cours du temps et voir où se trouvent les zones d'accumulation de sable (périodes 1920-1950, 1950-1970, 1970-1998, 1998-2008) ;
- Tenter de comprendre les causes de ces mouvements sédimentaires.

b) Analyser les enjeux du littoral :

On déterminera les plages :

- à forts enjeux humains, économiques et environnementaux ;
- à enjeux majoritairement humains et économiques ;
- à enjeux majoritairement environnementaux ;
- à enjeux plus faibles mais à valeur patrimoniale.

c) Situer chaque plage en fonction des enjeux

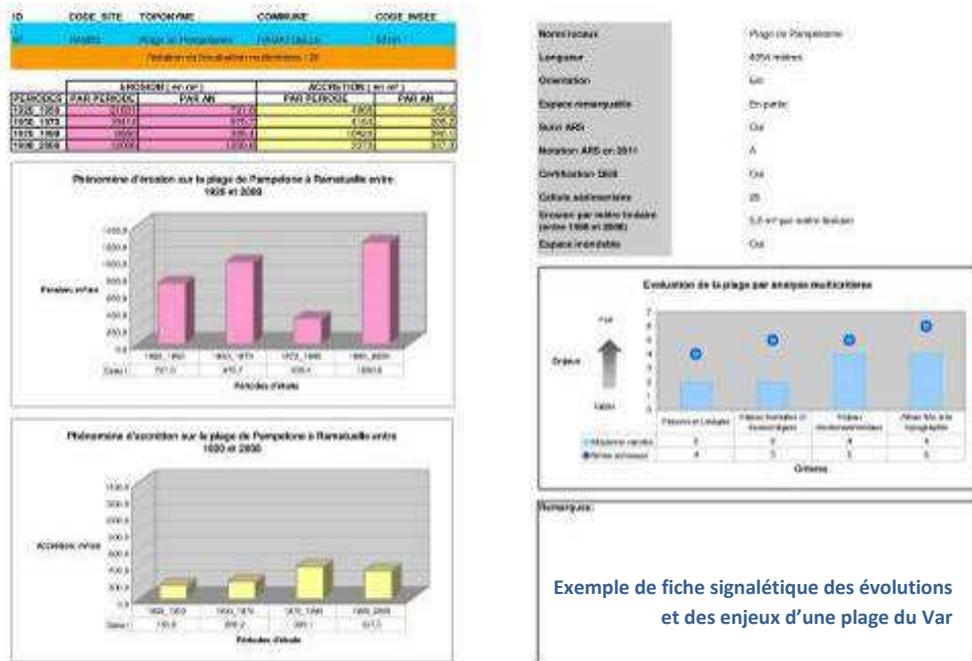
À partir d'une analyse multicritères, une analyse a été faite.

d) Définir sur cette base un document d'aide à la décision pour les Elus

Pour éclairer les Élus lors des attributions d'aides financières, le document précisera :

- Les secteurs prioritaires sur lesquels il faut intervenir ;
- Les sites où il est primordial de ne rien faire (espaces de liberté) ;
- Les alternatives aux ouvrages classiques ;
- Les modalités de gestion des sédiments ;
- Les modalités d'observation et de prévention du risque.

Les plages font l'objet d'une analyse multicritères sur la base des différentes informations dont nous disposons, issues de la cartographie sous un Système d'Information Géographique (données disponibles sur le site du CRIGE-PACA) :



Les plages à forts enjeux humains, économiques et environnementaux :

Cette liste fait ressortir des plages emblématiques du Var comme la plage de Pampelonne à Ramatuelle, des Sablettes à la Seyne-sur-mer, les Pesquiers, la Capte à Hyères, la plage d'Agay à Saint-Raphaël ...

Les plages à forts enjeux humains et économiques :

Il s'agit souvent de **plages de centre-ville** : plage du Lavandou (centre-ville), plage du Veillat à Saint-Raphaël, plages du Mourillon à Toulon, plage de Bonne-Grâce à Six-Fours-les-Plages, plage du Casino à Sainte –Maxime ...

Les plages à forts enjeux environnementaux :

À titre d'exemple on trouve dans cette liste des **plages naturelles très connues** : plage de l'Almanarre à Hyères, Plage de Saint-Aygulf à Fréjus, Plage de Gigaro à la Croix-Valmer, plage de L'Estagnol à Bormes-les-Mimosas ...

Les petites plages à forts enjeux patrimoniaux :

On y retrouve majoritairement **des petites plages d'intérêt patrimonial pour les populations locales et pour les Élus**. À titre d'exemple certaines d'entre elles présentent des enjeux humains et économiques : plage du Pin de Galle au Pradet, plage du Mourillon-ouest à Toulon ... D'autres ont des enjeux à dominante environnementale : plage sud des Salins à Saint-Tropez, plage de Bonporteau à Cavalaire, plage de Saint-Asile à Saint-Mandrier, plage de Fabrégas à La Seyne ...

CONCLUSIONS

Ce document donne des éléments **d'aide à la décision pour les Élus**, Conseillers Généraux, en vue **de cibler les priorités** de gestion des plages varoises sur les 3 territoires littoraux.

Il est vivement conseillé de **lancer des études précises** à l'échelle de la cellule sédimentaire pour une parfaite connaissance des phénomènes locaux (bathymétrie, courantologie, houles, simulation d'inondation, de surcote, de submersion ...).

EVOLUTION DES PLAGES DU LITTORAL DU SCOT PROVENCE MEDITERRANEE



CONTEXTE

Le Syndicat Mixte du SCoT Provence Méditerranée (SM SCoT PM), qui associe l'ensemble des communes littorales varoises entre Saint-Cyr-sur-Mer et le Lavandou, s'est engagé en 2010 dans l'élaboration d'un chapitre individualisé valant schéma de mise en valeur de la mer du SCoT - dit Volet littoral et maritime du SCoT - qui doit fixer les orientations fondamentales en matière d'aménagement, de protection et de mise en valeur du littoral.

Dans le cadre de l'élaboration de ce volet littoral et maritime, il a été identifié que, pour le périmètre du SCoT PM, les connaissances sur les phénomènes d'érosion chronique des plages et sur la cartographie des zones soumises à la submersion marine étaient actuellement insuffisantes ou imprécises, et ce, malgré la disponibilité d'un certain nombre d'études sur la thématique de l'érosion côtière sur le secteur. Cet état partiel des connaissances ne permet pas d'avoir une vision globale du fonctionnement du littoral, ou alors nécessite une actualisation des résultats, du fait de la disponibilité de données récentes, mais également en raison des changements importants de la dynamique des plages et du trait de côte, constatés depuis une dizaine d'années par les habitants et les élus du littoral.

Dans ce contexte, un partenariat s'est établi entre le SM SCoT PM et la Direction Régionale PACA du BRGM pour aboutir à un diagnostic objectif et partagé des aléas érosion côtière et submersion marine à l'échelle du territoire (Illustration page suivante). Les différentes opérations engagées bénéficient du soutien technique de l'Agence d'Urbanisme de l'Aire Toulonnaise (AU[dat]) qui assure l'Assistance à Maitrise d'Ouvrage du Syndicat Mixte sur l'évaluation des risques naturels littoraux, et du soutien financier du Conseil général du Var, du Conseil régional PACA et l'Europe (FEDER).

L'approche retenue est une démarche globale d'amélioration de la connaissance des processus hydro sédimentaires et d'évaluation des risques littoraux associés sur le linéaire côtier depuis la Baie de la Ciotat jusqu'à la commune du Lavandou. Elle apportera in fine :

- une meilleure connaissance de l'évolution des plages et du trait de côte à travers une quantification précise des changements à l'échelle historique ;
- une quantification des volumes des stocks sableux présents en zone côtière et sur le proche plateau, et sur leur potentiel de disponibilité pour des actions de gestion dynamique à l'échelle du SCoT PM ;
- des éléments de prospective sur le devenir des plages et du trait de côte à court et moyen terme selon des hypothèses en lien avec le changement climatique ;
- une approche quantitative et une cartographie précise, de l'exposition des milieux littoraux, naturels et urbanisés, aux aléas côtiers liés aux tempêtes marines, érosion et submersion marine.

Ainsi, c'est sur la base de l'ensemble des éléments objectifs et partagés que pourront être élaborés des schémas de développement du territoire qui permettront de réduire la vulnérabilité des biens et des personnes face aux risques littoraux.

Volet littoral et maritime du SCoT Provence Méditerranée

Présentation générale du territoire



Présentation du territoire du SCOT Provence-Méditerranée

SPECIFICITES DES PLAGES DU SCOT PROVENCE-MEDITERRANEE

Cette approche globale des aléas est en cours de finalisation et ne fait pas l'objet directement de l'atelier de terrain EUCC, consacré pour sa majeure partie aux processus d'érosion des falaises littorales et aux modes de gestion associée.

Cependant, il est profitable d'associer sur chacun des sites visités un état des lieux de l'évolution du trait de côte sableux, dans la mesure où la spécificité du littoral varois, et en particulier celui du SCoT, est la prédominance des plages sableuses accolées à une falaise rocheuse en arrière ; le terme géomorphologique consacré de ces systèmes côtiers est « plage de poche ».

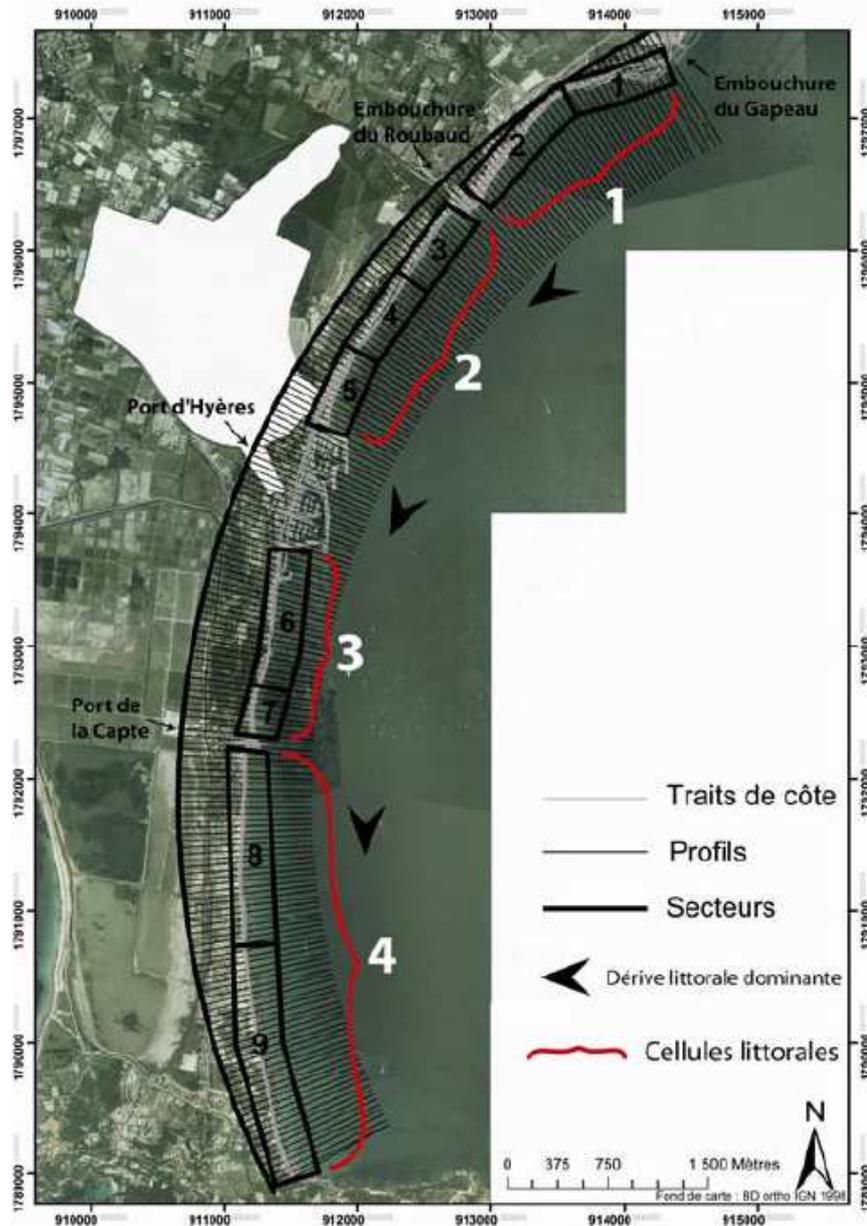
Leur particularité est que leur fonctionnement hydro-sédimentaire est, dans la plupart des cas, autonome à l'échelle de la plage, les transferts sédimentaires entre des plages de poches séparées par des caps rocheux étant le plus souvent inexistant. De plus, ces plages jouent un rôle important en tant que « matelas sédimentaire » qui, lorsqu'il est présent participe à la dissipation de l'énergie de la houle, avant que celle-ci n'attaque le front de la falaise et n'en accentue l'érosion par la création de sous-cavages par exemple.

Les plages de la rade de Hyères, qui forment un cordon sableux quasi-continu de Giens jusqu'à La Londe-les-Maures, sortent de cette définition géomorphologique, en raison de leur ampleur et de la présence, en position arrière-littorale, de la plaine alluviale des fleuves côtiers, Roubaud, Gapeau et Pansard-Maravenne. Sur ce secteur, les aménagements nombreux du trait de côte (épis, ouvrages portuaires) ont fortement perturbé la dynamique sédimentaire longitudinale au trait de côte (dérive littorale) générée l'action des vagues, et ont divisé la cellule sédimentaire Miramar - La Badine (cellule n°23, cf. AERM&C, 2005) en plusieurs sous-cellules, isolées artificiellement par les ports. L'illustration page suivante, issue de la thèse de Romain Capanni (CEREGE), montre ainsi la sectorisation du littoral du tombolo en fonction des ouvrages portuaires entre Giens et le Gapeau : Embouchure du Roubaud, Port Saint-Pierre, et Port de la Capte. Ces ouvrages interrompent la dérive littorale dominante (ici Nord-Sud), avec pour conséquence une forte accrétion au nord des ouvrages (Ayguade, Jardin des mers, nord de la capte), et des érosions au sud, en raison de pertes sédimentaires non compensées par des apports. La terminaison méridionale du tombolo Est, vers la plage de la Bergerie, est également une zone de dépôt sédimentaire privilégiée.

Il convient également de noter qu'un certain nombre de plages du SCoT sont artificielles. Elles ont été créées et gagnées sur la mer par apport de matériaux (remblais), comme les plages de Bonnegrâce (Six-fours-les-Plages), du Mourillon (Toulon) ou la plage Peno (Carqueiranne).

Enfin, une grande majorité des plages de ce littoral fait l'objet, à l'initiative des communes, d'un entretien régulier, généralement pré-estival, avec des reprofilages mécaniques du cordon sableux, et des rechargements en sables marins ou issus de carrières terrestres.

En ce qui concerne les méthodes de protection du trait de côte, les défenses « dures » par la construction d'ouvrages (épis, enrochements, perrés) sont fréquentes sur le littoral du SCoT PM. Ils ont été implantés dans leur grande majorité entre 1950 et 1990, et leurs impacts sur la stabilité du littoral restent contrastés en termes d'efficacité. En effet, ce type d'aménagement a des conséquences souvent négatives sur les secteurs adjacents à leur zone d'implantation.



Exemple de la sectorisation actuelle du littoral du Tombolo Est (Capanni, 2011)

Des méthodes dites souples sont également employées sur les plages du SCoT PM : brise-lames sous-marins en géotextile (La Capte à Hyères et plage de Cavalière au Lavandou), rechargements de plage, importants ou de faibles ampleurs, épisodiques ou réguliers, gestion des feuilles de posidonies déposées en banquettes sur la plage...

Il existe enfin des actions de gestion des stocks sédimentaires par transfert des secteurs en accrétion vers des secteurs en déficit (plage du Jardin des mers vers la plage du Ceinturon, à Hyères par exemple). La dynamique sédimentaire naturelle des sables le long du littoral entraîne aussi une accrétion au niveau des infrastructures portuaires, en particulier sur la rade de Hyères et sur le secteur Bormes - Le Lavandou, avec à terme des gênes à la navigation dans les chenaux d'accès. Les sables y sont dragués pour maintenir leur navigabilité et ils sont généralement utilisés pour ré-engraisser les plages adjacentes ou sont transférés vers des plages en déficit.

LES SITES VISITES LE 14 OCTOBRE

Les sites retenus pour la visite de terrain permettent de balayer un large spectre des plages du littoral du SCoT PM en fonction de leurs diverses caractéristiques.

Plage	Sédimentologie	Tendance évolutive	Entretien	Rechargement
Coudoulière	Galets, blocs	Stable	Non	Non
Monaco	Sables, graviers	Stable	Non	Non
Almanarre	Sables	Érosion	Oui	Oui
Ceinturon	Sables, galets	Érosion	Oui	Oui

Sites visités lors de l'atelier de terrain EUCC

Les illustrations suivantes présentent l'évolution de la position du trait de côte sur chacun des sites. Ces positions sont issues de la digitalisation des lignes de rivages (limite supérieure du jet de rive) par photo-interprétation des campagnes aériennes des années 1920, 1950, 1970, 1998, 2008 et 2011.

Les orthophotographies de 1920 proviennent des missions de l'aéronavale du SHOM et de l'Ifremer, numérisées et géo référencées par le Conseil Régional PACA et diffusées par le CRIGE-PACA. Les données des positions des années 1920, 1950, 1970, 1998, et 2008 sont issues des travaux du Conseil Général du Var (cf. chapitre du CG83 supra). La position en 2011 est quant à elle, principalement issue de l'interprétation de l'orthophotographie haute-résolution (0.2 m) acquise, au printemps 2011 par le Syndicat Mixte du SCoT PM, pour une analyse de l'occupation du sol sur son territoire. Sur les zones où les apports massifs de feuilles de posidonies (banquettes) masquent la délimitation du trait de côte, la position de la ligne de rivage est déterminée sur l'ortholittorale V2 (MEDDE), acquise au cours de l'été 2011.

Ces données ont fait l'objet d'une analyse systématique de l'évolution du trait de côte pour déterminer de manière quantitative les taux de recul ou d'avancée au cours du temps pour chacune des unités sableuses du littoral.

Contacts :

BRGM Direction Régionale Provence-Alpes-Côte d'Azur : Alexis Stépanian, a.stepanian@brgm.fr

Syndicat Mixte du SCoT Provence Méditerranée : Bénédicte Torres, btorres@tpmed.org

Agence d'Urbanisme de l'aire Toulonnaise Aud[AT] : Cécile Vacquier, vacquier@audat.org



Évolution du trait de côte sur la plage de la Coudoulière (Saint-Mandrier)



Évolution du trait de côte sur la plage du Monaco (Le Pradet)



Fond : Orthophotographie SCoT Provence-Méditerranée (2011)



Évolution du trait de côte sur le tombolo ouest (Hyères-les-Palmiers)



Fond : Orthophotographie SCoT Provence-Méditerranée (2011)



Évolution du trait de côte le long du littoral du Ceinturon, du Jardin des Mers au Sud (plage de l'aéroport), vers l'Aiguade au Nord (Hyères-les-Palmiers)



Fond : Orthophotographie SCoT Provence-Méditerranée (2011)



Évolution du trait de côte à l'embouchure du Gapeau (Hyères-les-Palmiers)

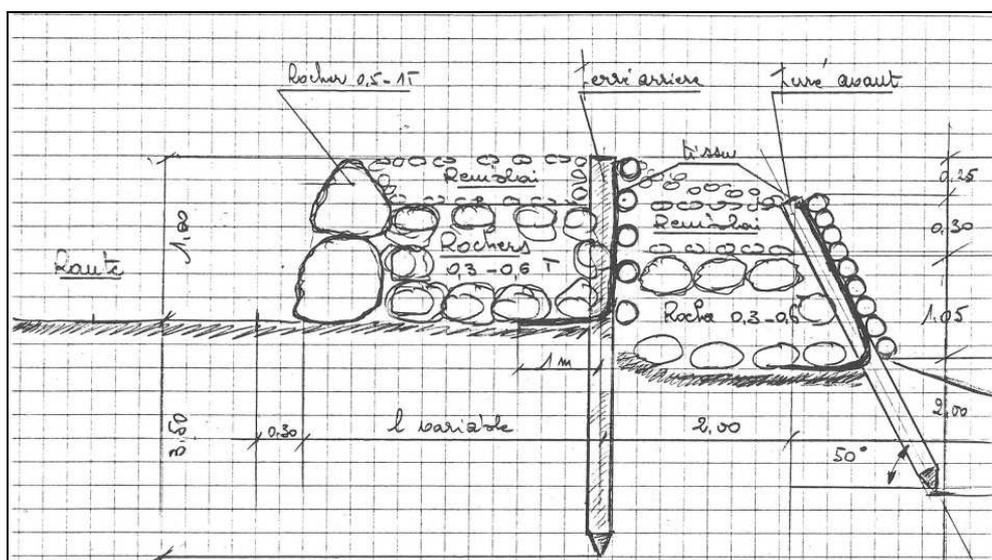
LE TOMBOLO OUEST DE GIENS



Le tombolo occidental de Giens a été soumis à de nombreux phénomènes créant et aggravant le recul du trait de côte :

- déficit sédimentaire (dérivation du Roubaud en 1822) ;
- prélèvements de sédiments sous-marins pour les besoins en matériaux pendant 200 ans ;
- surfréquentation saisonnière ;
- création du canal de ceinture des salins en 1848 (coupure dans le fonctionnement hydrosédimentaire) ;
- création de la route du sel en 1969 sur la dune (sur demande des arbanais) (2^{ème} coupure dans le fonctionnement hydrosédimentaire).

Les premiers travaux de protection contre l'érosion furent menés dans les années 70 et 80. Il a été question de conforter la route par l'apport de blocs rocheux formant une digue (cf. illustration ci-dessous).



Sans résultat à long terme de ces aménagements, la Commune fit réaliser en 1988 une étude par SOGREAH pour aménager et protéger le site. Plusieurs solutions furent proposées (dont des épis et brises lame) et la Commune choisit de retenir « une nouvelle ligne de rivage » par des rechargements en sédiments (les ouvrages lourds furent jugés incompatibles avec la vocation balnéaire et véliplanchiste du site).

En 1993, la Ville présenta un projet à enquête publique. Le rapport du Commissaire-Enquêteur fut jugé comme ne permettant pas la Déclaration d'Utilité Publique par le Préfet. Le projet fut donc suspendu.

En janvier 1994, une tempête de Sud-Ouest a détruit le cordon d'enrochement du haut de plage, et a rompu la route en emportant une partie des réseaux eau et EDF sur la partie Nord du site.

De par les résultats de l'enquête publique et l'ampleur des dégradations de la route, la Commune, en collaboration avec le Conservatoire du Littoral, décida de lancer un programme global de réhabilitation et de protection à caractère naturel avec la définition des mesures urgentes de protection pour la saison estivale 1994 dont :

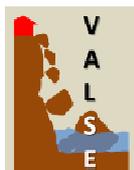
- Mise en défends des zones dunaires résiduelles ;
- Organisation du stationnement ;
- Réouverture provisoire de la route du sel ;
- Lancement d'une campagne d'information et sensibilisation du public ;
- Mise en place d'une équipe de surveillance d'entretien et d'information.

Ainsi, après chaque tempête depuis 1996, la Ville réhabilite le site de manière le plus naturel possible :

- enlèvements des points durs sur la plage (ancien blocs rocheux et/ou plaques d'enrobé) ;
- reformation du cordon dunaire avec les sédiments récupérés dans le canal et la route + les lasses de posidonie enlevées des plages en été et si nécessaire des matériaux achetés en carrière ;
- pose et entretien de ganivelles (réalisation en régie) ;
- travaux divers (pose de portiques, enterrement ligne électrique, ...).

En parallèle, plusieurs suivis et études ont été réalisés afin de déterminer les travaux à faire pour compenser les phénomènes d'érosion. Le bureau d'étude ERAMM a ainsi pu proposer en 2002 une solution de protection de la partie nord du tombolo ouest de Giens par la mise en place d'une butée de pied et d'un rechargement massif de la plage. Le coût avait été estimé en 2002 entre 3 352 000 € HT et 5 802 000 € HT selon la méthode de mise en œuvre (maritime ou terrestre). Ce montant a fortement contraint la mise en œuvre.

LA PROBLEMATIQUE EROSION DES FALAISES COTIERES



LE PROJET DE RECHERCHE VALSE

CONTEXTE GENERAL

Suite à des travaux réalisés par le BRGM dans le cadre du Contrat de Plan État Région avec la DREAL et le Conseil Régional PACA sur la prise en compte de la problématique des risques liés aux falaises côtières dans l'aménagement du territoire en Provence-Alpes-Côte d'Azur, et comme annoncé en perspective du colloque qui s'est tenu le 2 décembre 2010 à l'Hôtel de Région à Marseille sur le thème : « Instabilités des falaises côtières : pour une meilleure gestion du risque »³, des pistes de progrès se sont imposées dans ce domaine scientifique, notamment la compréhension des processus mécaniques d'érosion dans l'évaluation d'une loi probabiliste mettant en évidence le recul du trait de côte rocheux, mais aussi et surtout l'intégration de la dimension sociale et humaine de la vulnérabilité et de l'adaptabilité des sociétés et des territoires en questions face aux changements globaux.

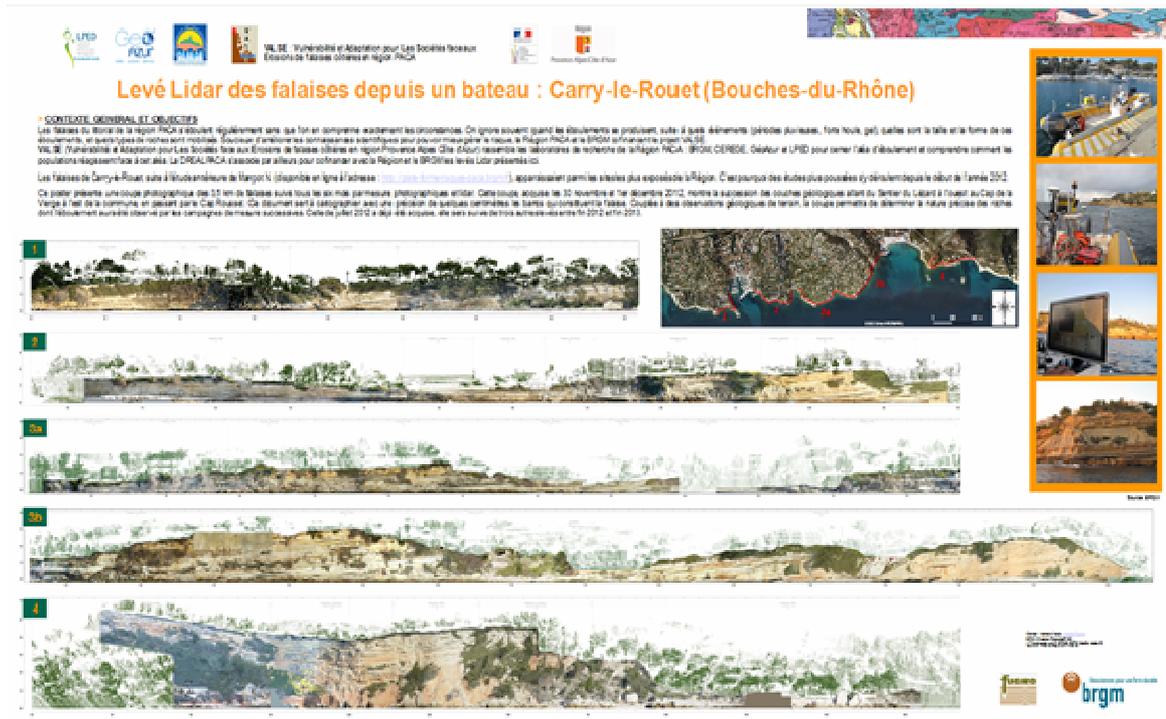
En région Provence Alpes Côte d'Azur, un tiers de la population vit sur 10% du littoral méditerranéen, et près de 40% des côtes sont artificialisées. On retrouve effectivement ces chiffres à l'échelle mondiale puisque à cette échelle, 80% de la population cohabite dans une bande littorale de 100 kilomètres de large. En France, cela représente 20% du territoire.

Le territoire identifié pour réaliser cette étude était l'ensemble du littoral de la région PACA, ainsi qu'une zone plus précise correspondant au littoral de la Côte Bleue (Bouches-du-Rhône) à l'Ouest de Marseille qui s'étend sur 25 km entre l'Estaque et Carros, et est composé de falaises pouvant dépasser localement les 50 mètres de hauteur. Ce littoral rocheux est principalement constitué de terrains sédimentaires tertiaires. Ces faciès sont marqués par des phénomènes d'érosion différentielle intense du fait d'une alternance régulière de niveaux de marnes, de sable et de calcaire. Ces hétérogénéités lithologiques fragilisent la structure rocheuses et engendrent par conséquent des instabilités de type chutes de blocs en masses limitées ou non. Certains événements historiques d'instabilités ont marqué les esprits durant ces dix dernières années, notamment les 500 m³ éboulés sur la falaise de Barqueroute à Carry-le-Rouet le 6 février 2008 et la mort d'un baigneur dans les années 1970 toujours à Carry-le-Rouet suite à une chute de blocs.

Ce projet visait par conséquent 4 objectifs principaux :

- Observation physique temporelle des falaises ;
- Caractéristiques temporelles de l'aléa et des forçages ;
- Vulnérabilité des zones exposées ;
- Analyse sociologique des discours et des pratiques des acteurs concernés.

³ Rapports BRGM RP-56090-FR , RP-55945-FR , RP-54316-FR , RP-53951-FR , RP-52829-FR , RP-59324-FR



Déroulé d'orthophotos acquises au cours du levé Lidar des falaises de Carry-le-Rouet

OBJECTIFS PRINCIPAUX

Le projet VALSE (Vulnérabilité et Adaptation pour Les Sociétés face aux Érosions de falaises côtières en région Provence Alpes Côte d'Azur) a démarré en 2012 pour 3 ans, sur un financement Conseil Régional PACA. Mené par le BRGM en collaboration avec le CEREGE, GEOAZUR, et le LPED, il s'appuie sur deux constats : d'une part, le littoral de la région PACA est bordé par près de 320 km de falaise dont 40% sont artificialisés ; et d'autre part, la démographie de la région s'accroît d'année en année et se concentre progressivement à proximité du littoral. Les phénomènes naturels que sont les éboulements de falaise font donc peser un risque croissant sur la population résidante ou en villégiature dans leur voisinage. Or l'aléa d'éboulement de falaise est très mal contraint, et le comportement des personnes vivant en tête de falaise ou s'aventurant dans leur proximité directe, c'est à dire les facteurs modulant leur vulnérabilité, n'est pas compris. Le projet VALSE est donc interdisciplinaire et s'attache à quantifier l'érosion, évaluer l'occurrence des éboulements et qualifier le comportement humain pour améliorer la connaissance du risque et aider à sa gestion.

L'objectif était d'évaluer l'aléa d'éboulement d'abord en cartographiant le recul des falaises à l'échelle du 20e siècle sur l'ensemble du littoral de la région PACA, valorisant ainsi les archives de photos aériennes ortho rectifiées disponibles au CRIGE PACA. Une étude de site s'est attachée à quantifier les éboulements de falaise à l'échelle de la commune de Carry-Le-Rouet, qui est connue pour être un des lieux vulnérables du littoral de la Région. Cette quantification de l'aléa s'est faite sur la base de scan laser bisannuels pendant la durée de l'étude, d'un suivi photogrammétrique stéréo et géophysiques d'une section de falaise pour contraindre le moment de survenance des éboulements. En parallèle, des mesures environnementales (météo

principalement) du même site ont été acquises pour cerner les causes des éboulements. Ces investigations ont conduit à contraindre l'aléa de manière probabiliste et à proposer des hypothèses sur les conditions environnementales qui y donnent lieu. Enfin, l'analyse sociologique de la vulnérabilité a pris en compte les deux principaux types de populations concernées : les habitants des zones exposées, et les décideurs et gestionnaires de ce territoire. Des enquêtes qualitatives exploratoires (entretiens semi-directifs et cartes mentales) ont été réalisées afin de saisir les différents facteurs socioéconomiques et culturels déterminants les discours et les pratiques de ces populations vis-à-vis du risque d'érosion des falaises littorales. L'analyse a commencé à fournir des éléments de réponses aux questions suivantes :

- Quel est le rapport au risque d'érosion (acceptation, déni, attentisme, interventionnisme, ...) ?
- Dans quelle mesure est-il lié aux caractéristiques sociales des individus, mais aussi à leur rapport à l'environnement, à la science et la technique, à la modernité, et à l'existence ou non d'une mémoire collective ?
- Comment ce rapport au risque modèle les prises de décision de ces acteurs ?

L'ensemble de cet observatoire interdisciplinaire a été pensé dans une logique d'aide à la décision dans le cadre d'une gestion durable du territoire.

Le caractère novateur de ce projet réside principalement dans l'interdisciplinarité du groupement, à savoir l'association des sciences de la terre (BRGM, Universités de Marseille (CEREGE) et Nice Sophia-Antipolis (GEOAZUR, UMR 6526) et des sciences humaines et sociales avec le Laboratoire LPED de Marseille (Laboratoire Population Environnement Développement) dans un projet de gestion durable du littoral méditerranéen en termes de gestion des risques et de vulnérabilité des territoires.

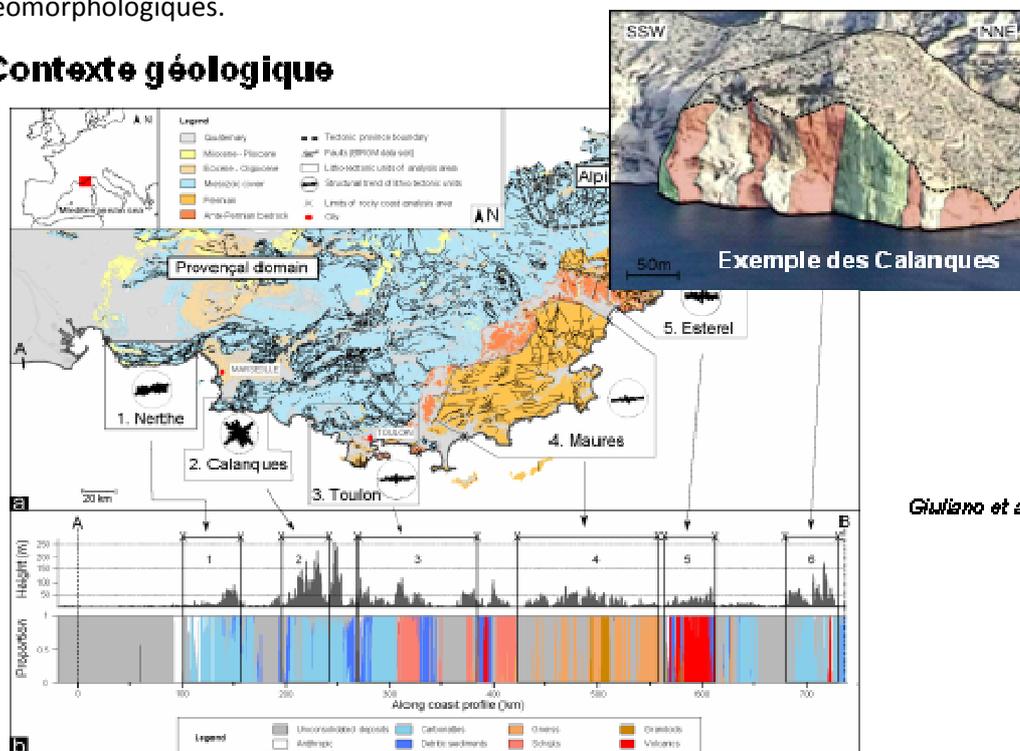


Illustration de l'information sur le risque d'éboulement de falaises sur le littoral de Carry-le-Rouet (Bouches-du-Rhône)

PRESENTATION DE LA THESE INSCRITE AU PROJET VALSE ET PREMIERS RESULTATS

La thèse en cours (2012-2014) cherche à mettre en évidence une loi probabiliste d'érosion des falaises côtières en termes de vitesse de recul (recul de la crête et du pied de falaise), ce qui permettra d'identifier un évènement vraisemblable à différentes échelles de temps, et à termes d'évaluer par le biais de scénarii des endommagements et coûts engendrés par une érosion de la falaise côtière. Des données issues de l'instrumentation in situ en termes de suivi de l'évolution de l'érosion de masses instables ont été testées au cours du projet (géophysique panneaux électriques, photo stéréo) mais pas forcément concluantes en termes de résultat en ce qui concerne la géophysique. L'analyse géomorphologique a permis une évaluation de la dynamique de retrait du trait de côte. Une des originalités de l'étude a été d'aborder l'étude d'un même phénomène à deux échelles de temps différentes, un des apports importants de ce projet sera donc de permettre de comprendre comment des événements courts termes de différentes magnitude contribuent et s'intègrent dans l'évolution à moyen terme de ces systèmes géomorphologiques.

Contexte géologique



Giuliano et al., 2013

Analyse morphologique du trait de côte rocheux d'après Giuliano et al., 2013⁴

Le littoral PACA contient 50% de côtes rocheuses à falaises réparties sur un linéaire déroulé de 750km de long (de Fos à Menton). Les falaises varient de 2 à 250m de hauteur et découpent la partie méridionale de l'arc alpin en traversant une grande variété lithologique (sédimentaire, métamorphique, cristalline et volcanique). Face à une telle diversité, la dynamique d'érosion des falaises est encore peu contrainte et se justifie d'autant plus par une vulnérabilité élevée liés aux attraits résidentiels, touristiques et économiques. Les questions scientifiques portent principalement sur la dynamique d'érosion à la fois spatiale et temporelle. Quelle-est la valeur

⁴ Giuliano J. et al (2013)

du recul des falaises, quelles sont leurs relations avec le contexte géologique et les forçages dominants marin ou météoritique ? L'objectif du travail de thèse a donc été d'utiliser une approche multi-spatiale et multi-temporelle pour appréhender l'érosion sous ses différents aspects. D'un point de vue régional le degré de complexité du grain structural contrôle la nature et la forme du paysage côtier. C'est-à-dire que l'érosion des falaises est contrôlée par une orientation préférentielle des failles (E-W), à l'exception de la région des Maures qui subit une érosion différentielle induite par une nette variation latérale de faciès (Giuliano et al., 2013). Mais quel est donc la vitesse de l'érosion ?

L'érosion annuelle a été étudiée à l'échelle locale sur le littoral de la commune de Carry Le Rouet (côte Bleue, 13) à partir de trois levés de scan-laser embarqué sur bateau (LIDAR, période de Février 2011 à Juillet 2012). Cette approche à haute résolution spatiale est une première en Méditerranée. Elle permet de quantifier une érosion de l'ordre du centimètre par an avec un volume total de plusieurs centaines de mètres cubes. Les évènements identifiés sont principalement associés à des chutes de blocs dont la forme géométrique est en plaquette (Giuliano et al., *in prep.* et 2013 IAG). Un travail est en cours concernant la prédiction de l'occurrence de des chutes de blocs à partir d'une loi magnitude-fréquence (approche probabiliste). L'érosion séculaire a été étudiée à l'échelle régionale à partir de la comparaison d'ortho-photographies aériennes sur une période de 80 ans. Cette approche a permis de quantifier un recul de l'ordre du millimètre par an affectant principalement les têtes de falaises. Les évènements observés sont principalement des glissements de terrain dont le recul peut atteindre localement le mètre par an. Ces deux études révèlent une prédominance du forçage météoritique. Par contre la présence de platier rocheux en base des falaises laisse penser qu'à un certain moment l'action du forçage marin était prédominante. Des datations de ces surfaces d'érosion à partir des cosmonucléides (^{36}Cl) ont permis de mettre en évidence cette érosion associée à la dernière transgression marine, il y a environ 6000 ans (Giuliano et al., 2014 EGU). L'étude de cet aspect permet de mieux appréhender la dynamique des falaises face aux variations du niveau marin.

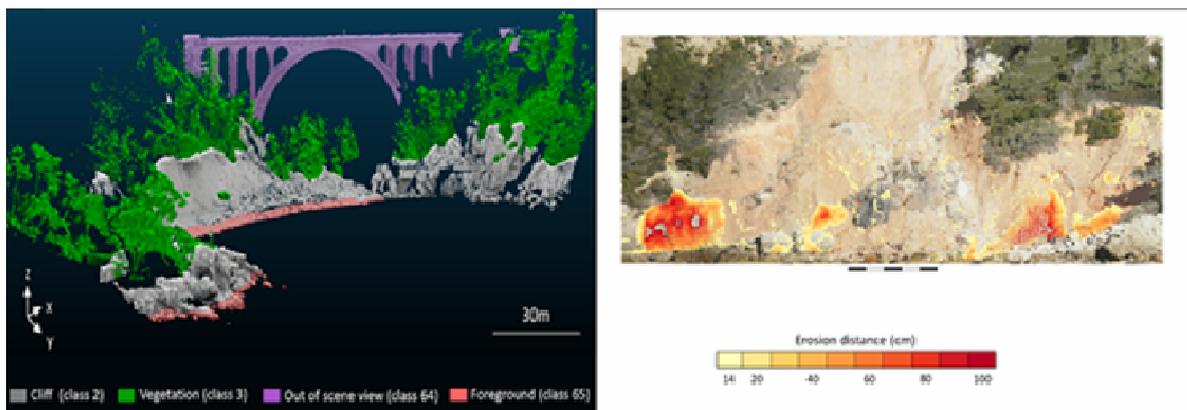


Illustration d'un nuage de points issu du scan-laser embarqué sur bateau (Carry Le Rouet, 13) et de la détection de l'érosion des falaises

Contacts :

BRGM Direction Régionale Provence-Alpes-Côte d'Azur : Nathalie Marçot, n.marcot@brgm.fr et Jeremy Giuliano jerem.giuliano@gmail.com
GEOAZUR : Thomas Lebourg lebourg@geoazur.unice.fr
CEREGE : Vincent Godard godard@cerege.fr

Le BRGM a produit en 2004 (commande de la Région et de la DREAL Provence Alpes Côte d'Azur) une cartographie de l'aléa instabilités de falaises à l'échelle du 1/100 000^e (validité 1/50 000^e) sur l'ensemble du littoral de la région PACA, ainsi que sur le littoral de l'Etang de Berre et des îles habitées. Cette cartographie très générale à l'échelle de la région a permis de mettre en évidence des secteurs particulièrement sensibles aux instabilités de falaises (mouvements de terrain de type chutes de blocs, éboulements en masse, glissements de terrain).

Deux manifestations de valorisation et d'appropriation de l'étude par les gestionnaires ont permis de faire connaître les travaux :

- Des ateliers de terrain EUCC à Carry-le-Rouet les 1^{er} et 2 avril 2009
- Un colloque sur la problématique instabilités de falaises : pour une meilleure gestion des risques, à Marseille, le 2 décembre 2010.

La Direction Départementale des Territoires et de la Mer des Bouches du Rhône (DDTM 13) avait besoin de disposer d'une cartographie de l'aléa instabilité de falaises à une échelle cohérente avec les documents d'urbanisme pour répondre aux besoins des communes⁵.

Le BRGM a proposé une étude à l'échelle du 1/10 000^e sur les secteurs qui ont été mis en évidence comme particulièrement sensibles à ce phénomène et présentant des enjeux impliquant la nécessité d'affiner cette connaissance.

Sur les secteurs dits « sans enjeux », la cartographie de l'aléa au 1/100 000^e établie en 2004 par le BRGM a été reportée sur le trait de côte de la BD Topo IGN à l'échelle du 1/25 000^e.

Dans le cadre de cette nouvelle étude, la typologie des phénomènes instabilités de falaises utilisée jusqu'à présent sur le littoral a dû être précisée et adaptée au littoral spécifique des Bouches-du-Rhône, marqué par une géologie et une lithologie caractéristiques des littoraux Provençaux (calcaire Barrémien à faciès Urgonien des Calanques, calcarénite et sables de la Côte Bleue, poudingues de la Ciotat et formations tertiaires de l'Etang de Berre). Un inventaire des événements historiques, ainsi qu'un inventaire des études géotechniques et des arrêtés municipaux ont été mis à jour dans le cadre de l'étude. Des fiches descriptives par secteur homogène de littoral en termes d'instabilités et de morphologie ont été réalisées. Plus de 3000 photos acquises lors des expertises de terrain complètent ces données.

L'aléa a été cartographié à partir de missions d'expertise sur le terrain afin d'identifier, à dire d'expert, les facteurs de prédisposition permanents aux instabilités rocheuses des falaises, selon un certain nombre de critères (lithologie, état de la fracturation, circulation d'eau, morphologie de la falaise, hauteur, volumes mobilisables...).

L'ensemble des données produites ont été géoréférencées, et composent aujourd'hui un système d'information géographique (SIG).

⁵ Marçot N. *et al* (2014)

À l'échelle du 1/25 000^e, en termes d'aléa instabilités de falaises côtières, sur les 438 km de littoral (comprenant le littoral de l'Étang de Berre), 6% présentent un aléa fort, 8% un aléa moyen et 16 % un aléa faible. Le reste correspondant à un aléa nul à faible.

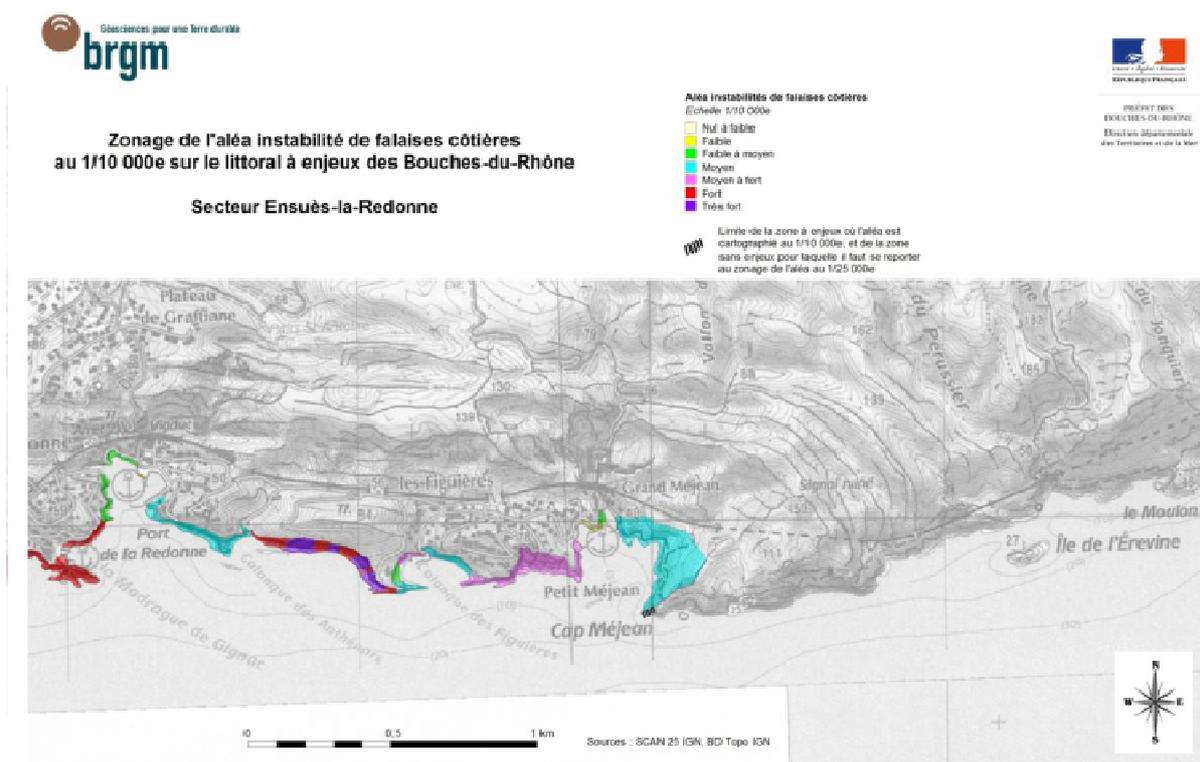
À l'échelle du 1/10 000^e sur les 97 km de zones dites « à enjeux », l'étude a permis de caractériser un aléa instabilités de falaises côtières sur une surface de 4,45 km². En termes d'aléa, cela représente (le reste correspondant à un aléa nul à faible) :

- 1% en aléa très fort
- 18% en aléa fort
- 7% en aléa moyen à fort
- 34% en aléa moyen
- 19% en aléa faible à moyen
- 19% en aléa faible

L'inventaire des arrêtés municipaux a permis de mettre en évidence que 15 km de littoral étaient couverts par un arrêté municipal ou une information d'interdiction de passage ou de risque de chute de blocs.

L'inventaire des événements historiques a permis de comptabiliser 130 événements au total qui se répartissent de la façon suivante :

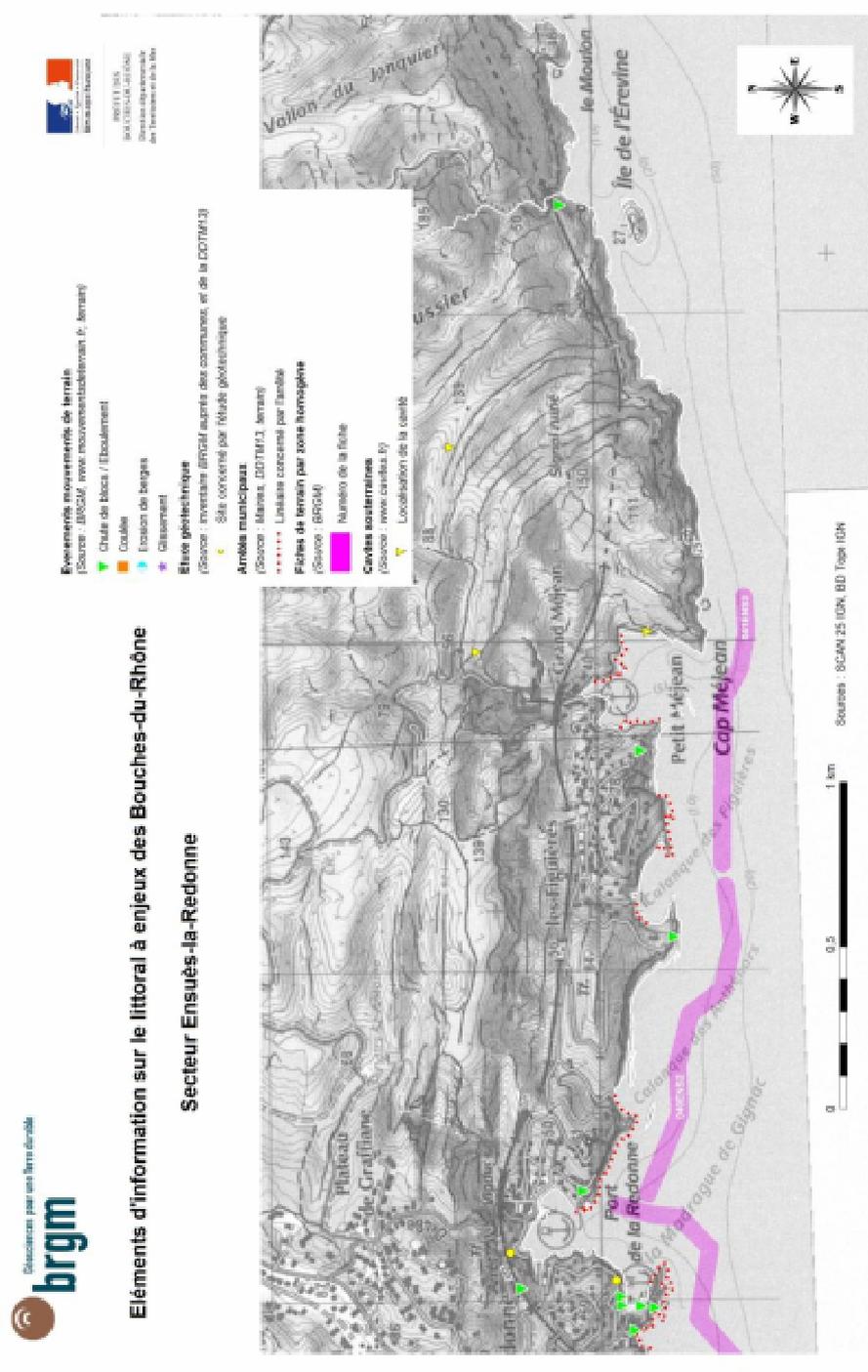
- 110 chutes de blocs / éboulement
- 17 glissements de terrain
- 1 érosion de berge
- 2 coulées de boue



Cartographie de l'aléa instabilité de falaises au 1/10 000^e sur le secteur de la Côte Bleue (13)

Cette étude va permettre à la DDTM 13, en collaboration avec le BRGM de faire un porté à connaissance auprès des 12 communes du littoral des Bouches-du-Rhône, concernées par un aléa instabilités de falaise côtières, à savoir :

- Port-de-Bouc
- Marseille
- Martigues
- Cassis
- Sausset-les-Pins
- La Ciotat
- Carry-le-Rouet
- Istres
- Ensues-la-Redonne
- Saint-Mitre-les-Remparts
- Le Rove
- Vitrolles



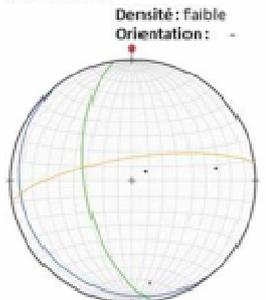
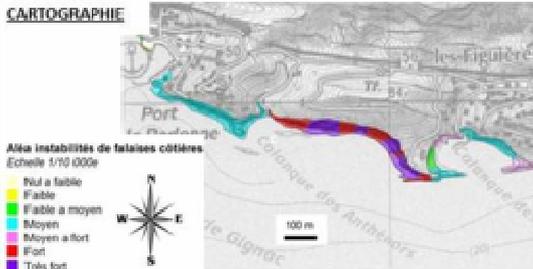
Cartographie des éléments d'information collectés et intégrés au SIG sur le secteur de la Côte Bleue (13)

Ce travail aidera également la DDTM 13 à compléter l'étude caractérisant plus finement le Domaine Public Maritime (DPM) du département, en intégrant la composante aléa instabilités de falaises.

Contacts :

BRGM Direction Régionale Provence-Alpes-Côte d'Azur : Nathalie Marçot n.marcot@brgm.fr
 DDTM13 Direction Départementale des Territoires et de la Mer des Bouches-du-Rhône :
 Frédéric Chaptal frederic.chaptal@bouches-du-rhone.gouv.fr

<p>IDENTIFICATION N° fiche / tronçon : 040EN52 Commune : Ensues-la-Redonne Code INSEE : 13033 Nom du site / lieu-dit : Anthénors-Figuières</p>	<p>PHOTOS</p>	<p>LEGENDE : Typologie d'érosion et d'instabilités</p> <p>EROSION</p> <p>Ed Erosion différentielle Ta Erosion de type Tafoni Sc Sous-cavage</p> <p>INSTABILITES</p> <p>Ra Ravinement Gl Glissement banc sur banc Gb Glissement bloc sur bloc Cp Chute de pierre Cb Chute de blocs Ebl Eboulement en masse limitée Ebm Eboulement en masse</p>
<p>GENERALITES Description géomorphologique générale sur linéaire homogène : Falaise de 40 à 50 m de haut en moyenne, composées d'une alternance de marnes et de calcaires, avec une stratigraphie subverticale (parfois orientée en aval pendage selon l'orientation de la côte), dénudée de végétation, et sans plage en pied</p>		
<p>DIAGNOSTIC Type d'instabilité - érosion pouvant affecter la zone : Cp/Cb/Ebl dans les calcaires se découpant en dalles de toutes tailles Ed dans les marnes qui alterne avec les calcaires à rudistes</p> <p>Historique d'instabilité : 1 Cb (date inconnue) au Port de la Redonne (Ouest des Anthénors) 1 Cb (Décembre 2009) de faible ampleur sur le sentier des douaniers après le port des Figuières suite à de fortes pluies</p>	<p>Photos 1 et 2 : Extrémité Est des Anthénors, où nombreuses chutes de dalles rocheuses de calcaires à rudistes ; alternance subverticales de marnes et calcaires à rudistes montrant une érosion différentielle</p> <p>Photos 3 : Détail de l'extrémité Est des Anthénors, où nombreuses chutes de dalles rocheuses de calcaires à rudistes et altération marquée</p>	
<p>Facteurs permanents de prédisposition : calcaire tectoniquement déformé et plissé en alternance avec des marnes, de compétence différente</p> <p>Facteurs déclenchants / aggravants : fortes précipitations, alternance gel-dégel (très faible impact), érosion marine et éolienne (parsapement, affouillement), circulation d'eau dans les formations, action racinaire</p>		<p>Photos 4 : Panorama des Anthénors d'Ouest en Est, montrant une stratigraphie des calcaires à rudistes subverticales avec intercalations de marnes, et donnant de la chute de blocs (dalles) et du glissement banc sur banc</p> <p>Photos 5 : Panorama au niveau des Figuières avec plissement des calcaires en synclinal</p>
<p>Niveau d'aléa : Faible à très fort</p> <p>COUPE SCHEMATIQUE</p> 		

<p>IDENTIFICATION N° fiche / tronçon : 040EN52 Commune : Ensues-la-Redonne Code INSEE : 13033 Nom du site / lieu-dit : Anthénors-Figuières</p>	<p>Hydrogéologie : circulation d'eau visible</p> <p>Hydraulique : /</p> <p>Versant : Hauteur approx. : 40 à 50 m Pente : forte > 70°</p>
<p>DESCRIPTION</p> <p>Géologie / lithologie : m1a1 : Formation du Cap de Nantes : Marnes et calcaires (Aquitainien inférieur-Tertiaire) c5 : Marnes avec intercalation de calcaire à Rudistes ou calcaires à Rudistes (Nord de la feuille)-Santonien Secondaire</p> <p>Altération : le calcaire à rudiste s'altère sous la forme de nodules calcaires issus des rudistes, et les marnes sont fortement érodées</p> <p>Formations superficielles : quasiment inexistante</p> <p>Discontinuités : Calcaire faiblement fracturé, La stratigraphie subverticale est le plan de discontinuité principal dans la production de blocs et de dalles calcaires</p> <p>Discontinuités : Densité : faible Orientation : -</p>	<p>Végétation : Exclusivement au sommet des falaises, rares buissons dans la pente.</p> <p>Constructions : Villas en tête de falaise sur la partie Ouest, moins d'urbanisation sur la partie Est</p> <p>Autres éléments exposés : Etroites plages, pas de sentier littoral sur les Anthénors mais passage possible par mer calme en pied de falaises, en rochements et sentier côté Figuières, fréquentation importante</p> <p>Aggravants : non</p> <p>PROTECTIONS / CONFORTEMENTS EXISTANTS :</p> <p>Nature : enrochement en pied</p> <p>Efficacité : +++</p>
 <p>Figuières(port) : ENSUES-LA-REDONNE</p> <p>Hémisphère inférieur</p>	<p>CARTOGRAPHIE</p>  <p>Aléa instabilités de falaises littorales Echelle 1/10 000e</p> <ul style="list-style-type: none"> Jaune : Faible Vert : Faible à moyen Cyan : Moyen Rouge : Moyen à fort Violet : Fort Noir : Très fort

Extrait des fiches descriptives produites sur les secteurs homogènes du littoral des Bouches-du-Rhône

L'ÉROSION DES FALAISES CÔTIÈRES EN RÉGION PACA : UNE APPROCHE INTERDISCIPLINAIRE GÉOLOGIE/SOCIOLOGIE



D'après Claeys C. *et al.* (2014)⁶

Le projet VALSE avait pour objectif de faire s'articuler les analyses géologiques et sociologiques dans une perspective d'aide à la gestion du risque d'instabilités de falaises côtières.

Les premiers résultats interdisciplinaires du projet VALSE, ont amorcé des pistes de réflexion intéressantes et conforté l'intérêt heuristique d'une telle articulation interdisciplinaire. Le risque est un objet d'étude pluri/interdisciplinaire en tant qu'il résulte de l'articulation entre un aléa (occurrence des éboulements) et la vulnérabilité des sociétés (incluant les représentations et les pratiques sociales des riverains et des gestionnaires). Ce projet propose un passage de la pluridisciplinarité (juxtapositions de savoirs disciplinaires) à une interdisciplinarité permettant une coproduction de la problématique, une définition conjointe du protocole de recherche ainsi que la constitution d'une base de données multicritères.

L'analyse a porté sur l'érosion en tant que processus objectivé par la mesure géologique et en tant qu'objet de représentations et de pratiques sociales analysé par la sociologie à partir d'une enquête qualitative. Il s'agit moins d'opposer vérité scientifique et subjectivité des acteurs que de comprendre comment processus géologiques et sociaux sont peu ou prou en interconnexion et/ou en tension. En premier lieu, sont mis en regard les éboulements recensés et datés par les géologues et la mémoire que les acteurs locaux en ont. Dans un second temps, sont mis en regard l'aléa qualifié par les géologues et l'estimation du risque par les acteurs locaux.

Le recours à la cartographie a permis de mettre en regard les données spatialisées préexistantes relatives à l'aléa et la spatialisation des discours des interviewés.

L'analyse révèle que les individus rencontrés ont une mémoire sélective des éboulements ayant eu lieu sur la commune. L'analyse spatiale mettant en regard le recensement des éboulements par les géologues (avec l'information en termes de volumes et de dommages occasionnés lorsque celle-ci est disponible), et la mémoire que les acteurs ont de ces événements fournit des éléments de compréhension de ce processus de mise en invisibilité/visibilité.

Ainsi la mémoire que les individus ont des éboulements est liée à la visibilité physique et sociale de ces événements.

La mémoire est un lien socialement construit entre le passé et le présent (Halbwachs 1925, Nora 2012), d'une part. Et d'autre part, l'évaluation du risque est un lien, scientifiquement estimé et/ou socialement construit, selon qu'elle est formulée par des experts ou des profanes, entre le présent et le futur (Giddens 1991, Beck 2003, Perreti 2006).

⁶ Claeys C. *et al.* (2014)

Ainsi, quelle que soit la mémoire des éboulements passés, le facteur qui porte davantage les individus à qualifier un secteur de risqué est l'existence d'une réglementation clairement affichée et en interdisant l'accès.

Le recours à la cartographie a confirmé sa capacité à faire dialoguer des données issues de disciplines très différentes. La posture de l'équipe a permis de mener ce dialogue interdisciplinaire en s'affranchissant d'une vision simpliste de la hiérarchie comtienne des savoirs, évitant tout particulièrement le réductionnisme positiviste opposant véracité scientifique et ignorance vernaculaire (Callon et al. 2001).

La seconde phase de recherche est en cours. D'une part, une enquête par questionnaires auprès des riverains des falaises côtières carryennes vient d'être réalisée, d'autre part l'estimation des volumes et des surfaces érodées, grâce à l'analyse comparative des scan laser sur le littoral de la commune de Carry-le-Rouet, réalisée dans en cadre d'une thèse au sein du projet VALSE, est en cours d'exploitation pour disposer d'une cartographie représentant de façon plus précise les éboulements récents (2011-2012).

Cette seconde phase permettra ainsi de mettre à l'épreuve de l'analyse quantitative spatialisée les résultats encourageants obtenus lors de cette première phase qualitative.

Contacts :

LPED Laboratoire Population Environnement Développement : Cécilia Claeys
cecilia.claeys@univ-amu.fr

BRGM Direction Régionale Provence-Alpes-Côte d'Azur : Nathalie Marçot n.marcot@brgm.fr

INTERACTIONS EROSION - VEGETATION

METHODOLOGIE POUR LE DIAGNOSTIC DES RELATIONS EROSION – VEGETATION DE LA COTE ROCHEUSE DE PACA



MINISTÈRE
DE L'ÉCARTÉ,
DU DÉVELOPPEMENT
DURABLE
ET DE L'ÉNERGIE



Grâce au soutien du MEDDE et de la Région PACA, une étude a été engagée par l'ONF en partenariat avec le BRGM dans l'objectif de réaliser un atlas régional des relations entre érosion et végétation le long de la côte rocheuse.

Cette démarche vise à :

- appréhender les rôles de la couverture végétale sur les mécanismes d'érosion,
- estimer les situations où une gestion de la végétation peut permettre un contrôle souple des mécanismes d'érosion,
- Identifier les secteurs où ce type d'action préventive proportionnée, basée pour tout ou partie sur le génie écologique, est suffisant pour éloigner des situations de danger qui pourraient ultérieurement créer des désordres irréversibles et nécessiter des traitements curatifs plus lourds,
- apporter des solutions d'aménagement intégré aux gestionnaires d'espaces littoraux, en particulier les collectivités.

La côte rocheuse représente les 4/5^{ème} du littoral de la région de Port de Bouc dans les Bouches du Rhône à la frontière Italienne.

CARACTERISATION DE LA GEOLOGIE SUR LE LITTORAL (BRGM)

Dans un premier temps, le BRGM a établi une typologie globale des formations géologiques présentes sur le littoral, en fonction de leur lithologie et de leur cohésion interne (d'après les descriptions lithologiques des cartes géologiques du BRGM au 1/50 000^e), sans tenir compte de leur état de fracturation, en vue de l'associer ensuite au facteur végétation.

6 catégories de lithologie ont été établies :

- **Grain fin et relative forte cohésion** regroupant des formations telles que les colluvions, formations micaschisteuses, phtanites, phyllades, grès et pélites rouges, marnes sableuses, argiles et sables vaseux ;
- **Grain fin et faible cohésion** regroupant des formations telles que les grès et marnes sableuses, cailloutis, graviers, sables, cônes de déjection et limons ;
- **Granulaire et relative forte cohésion** regroupant des formations telles que les brèches, molasses conglomérats et poudingues ;
- **Granulaire et faible cohésion** regroupant des formations telles que les éboulis et alluvions

- **Intermédiaire granulaire/fin** regroupant des formations telles que les sables, alluvions fluviales récentes, conglomérats, grès et argiles
- **Intermédiaire massif/fin** regroupant des formations telles que les calcaires et marnes, grès, marnes sableuses, schistes, marno-calcaires, calcaires marneux et argiles calcaires
- **Massif** regroupant des formations telles que les gneiss, granite, rhyolite, amphibolite, calcaire, dolomies, quartzites

Cette typologie a été affectée dans un premier temps sur une portion de linéaire du littoral de PACA sur laquelle la méthodologie établie par l'ONF a été appliquée, puis extrapolée à l'ensemble du linéaire côtier de la région PACA pour une application à venir généralisée de la méthode. Cette dernière analyse a tenu compte des formations présentes en arrière plage afin de prendre en compte la lithologie de la falaise proprement dite et non la plage sableuse littorale, considérant que l'interaction érosion-végétation agissait également en retrait.



Localisation des tronçons étudiés par la méthode avec affectation de la typologie de cohésion des matériaux (ONF)

CARACTERISATION DE LA VEGETATION (ONF)

Effets connus de la végétation sur les différents types d'érosion :



La végétation a des effets sur l'érosion par plusieurs de ses composantes physiologiques. Le premier est le rôle du système racinaire sur le sol, le rôle d'interception de l'eau de pluie (voire de mer) est également important, enfin le rôle de "bouclier physique" de la végétation existe dans certains cas d'érosion.

Végétation arbustive au rôle stabilisateur, végétation arborée pouvant potentiellement être déstabilisée, entraînant une partie du talus

Selon le type de végétation, le système racinaire peut être superficiel ou assez profond. Il a le plus souvent un rôle stabilisateur dans l'érosion superficielle ou le ruissellement.

L'interception de l'eau par la végétation est toujours un élément important. En effet, selon le type de végétation, elle va être plus ou moins importante, cependant cela aura toujours un effet stabilisateur pour les phénomènes d'érosion dus à l'eau.

Enfin, la végétation en tant qu'entité physique peut avoir un rôle sur certains types d'érosion. Ainsi, l'effet bouclier de la végétation arbustive est très efficace pour limiter le piétinement et l'érosion qui en découle. De plus, dans le cas des chutes de pierres, la végétation peut avoir un rôle de "filet" ou de ralentissement.

Dans le cas de l'érosion marine due à la houle, la végétation a des difficultés à supporter l'influence répétée des embruns. Cependant, ponctuellement elle peut également avoir un rôle de bouclier physique ou d'interception. Elle peut également atténuer l'érosion chimique due au sel.

			Types d'érosion						
			ruissellement	érosion superficielle	glissement de terrain	chute de pierre	chute de blocs	éboulement	piétinement
Végétation	Arboré	Racines	+++	+++ / ---	0	0	0	0	0
		Interception	+++	+++	+	0	0	0	0
		Effet physique	0	0	---	+	+	0	+
	Arbustif	Racines	+++	+++	0	0	0	0	0
		Interception	++	++	+	0	0	0	0
		Effet physique	0	0	-	++	0	0	+++
	Herbacé	Racines	++	+	0	0	0	0	0
		Interception	++	+	+	0	0	0	0
		Effet physique	0	0	0	0	0	0	0

Synthèse des effets possibles de la végétation sur les différents types d'érosion

Remarque : il existe d'autres types d'érosion, comme l'érosion des zones sableuses par le vent, mais l'étude se cantonne ici aux côtes rocheuses et ne traite pas de ce phénomène.

PROJET D'ETUDE ET MISE EN PLACE

L'objectif de l'étude présentée était d'effectuer une typologie des faciès côtiers ; pour chacun d'eux, d'évaluer les relations entre érosion et végétation et, enfin, de localiser ces types de faciès sur l'ensemble de la côte rocheuse.

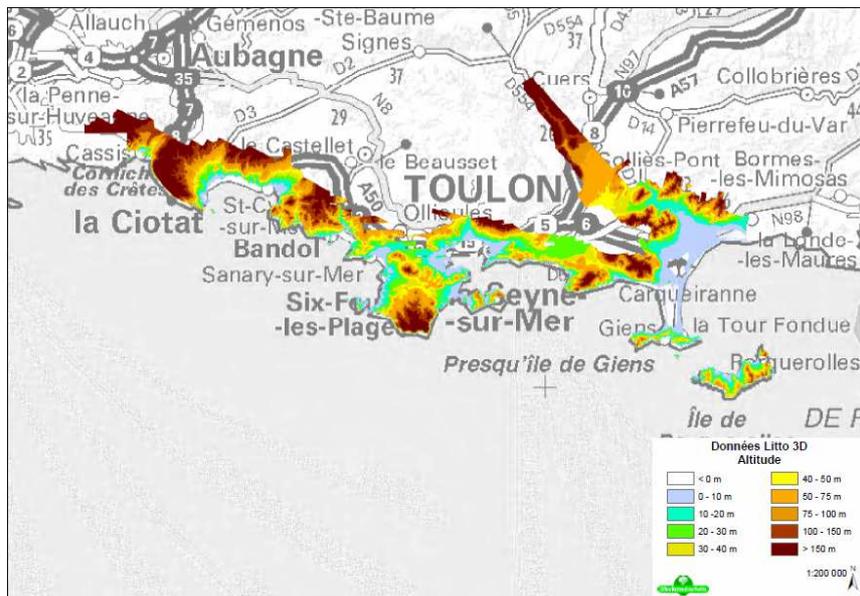
Cette étude s'est déroulée en plusieurs phases :

- Dans un premier temps, une analyse des phénomènes d'érosion connus ainsi que des effets potentiels de la végétation sur chacun d'eux a permis de synthétiser les relations possibles.

- Une phase de récupération de données topographiques et géologiques, ainsi que de la donnée aléa du BRGM a ensuite été effectuée. La donnée concernant l'importance de la végétation a été créée.



Exemple de cartographie des densités de végétation, création de la donnée "végétation"



Récupération des données topographie grâce à un Modèle Numérique de Terrain précis : Litto 3D

Cela a permis de synthétiser sur des tronçons homogènes en aléa et en végétation et d'analyser sur chacun d'eux l'importance potentielle de la végétation par rapport à l'érosion ainsi que de détailler les types d'action lorsque c'était possible.

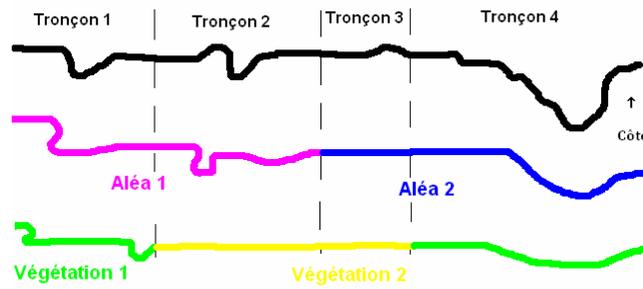
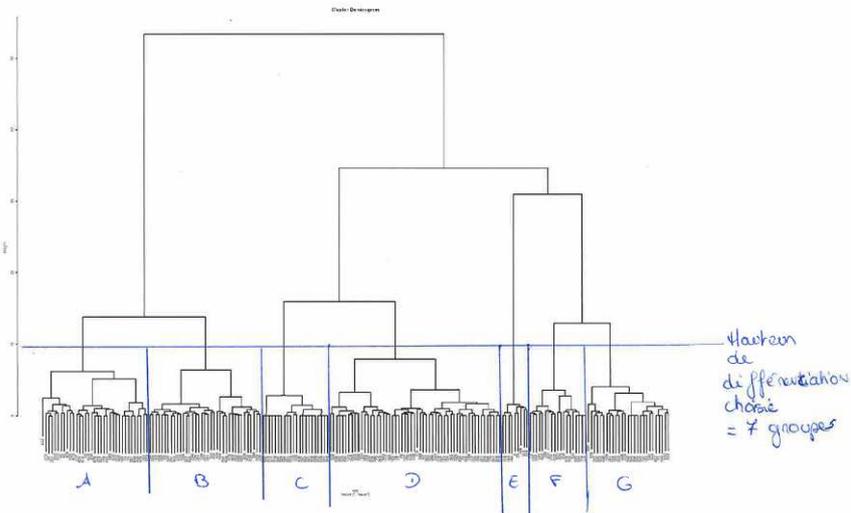


Schéma explicatif du découpage en tronçons homogènes

À partir de ces tronçons, des analyses statistiques incluant les différentes données (aléa, végétation, géologies, topographie) ont été effectuées : il s'agit d'Analyses Factorielles de Correspondances. Ces analyses ont permis de partager les tronçons en groupes homogènes par rapport à ces facteurs et donc, a priori, par rapport à leurs relations entre érosion et végétation. Ces groupes ont ensuite été validés "à dire d'expert" sur le terrain par une mission conjointe ONF-BRGM.



Ces analyses ont permis de distinguer 7 groupes et de détailler pour chacun d'eux le rôle de la végétation et de synthétiser, d'une manière large, les types d'intervention possibles en fonction des faciès :

		Groupes (= faciès de végétation)						
		A	B	C	D	E	F	G
	Rôle de la végétation	Faible	Fort	Faible	Fort	Moyen	Moyen	Fort
Méthodes de travaux pressenties	Revégétalisation		X		X			X
	Possibilité d'envisager le génie écologique		X		X		X	X
	Génie civil					X	X	

CONCLUSIONS

La cartographie des groupes le long du littoral régional permet donc de situer les zones où la végétation joue ou pourrait jouer un rôle significatif sur les situations d'érosion.

Elle peut donc orienter le type de gestion et de privilégier, le cas échéant, les techniques préventives basées sur des travaux d'entretien, renforcement de la couverture végétale ainsi que sur les ouvrages de génie écologique.

Cette approche va dans le sens d'une gestion pluriannuelle des espaces littoraux. Elle présente de nombreux avantages pour les gestionnaires locaux :

- organisation de l'action de leurs équipes et planification budgétaire rationalisées,
- maîtrise des coûts d'intervention, la gestion préventive limitant les dégradations avancées qui nécessitent alors des interventions nettement plus lourdes,
- conservation et amélioration des paysages côtiers et de leur biodiversité par la prévention des dommages.

Cette analyse doit être poursuivie sur l'ensemble du littoral de la région PACA afin d'avoir une vision complète du rôle que pourrait avoir la végétation sur l'érosion, et de dégager des scénarii d'évolution.

EXEMPLES POUR LES SITES VISITES LORS DE L'ATELIER TERRAIN DU 14/10/2014 :

Les illustrations ci-dessous présentent deux cas d'analyse sur deux sites visités au cours des ateliers :

- Site 1 : La Coudoulière
- Site 3 : la Tour Royale



Saint-Mandrier sur Mer, plage de La Coudoulière : Groupe D (à gauche) et Toulon, La Tour Royale : Groupe B (à droite)



Contacts :

ONF Office National des Forêts Marion : Pravin marion.pravin@onf.fr

BRGM Direction Régionale Provence-Alpes-Côte d'Azur : Nathalie Marçot n.marcot@brgm.fr

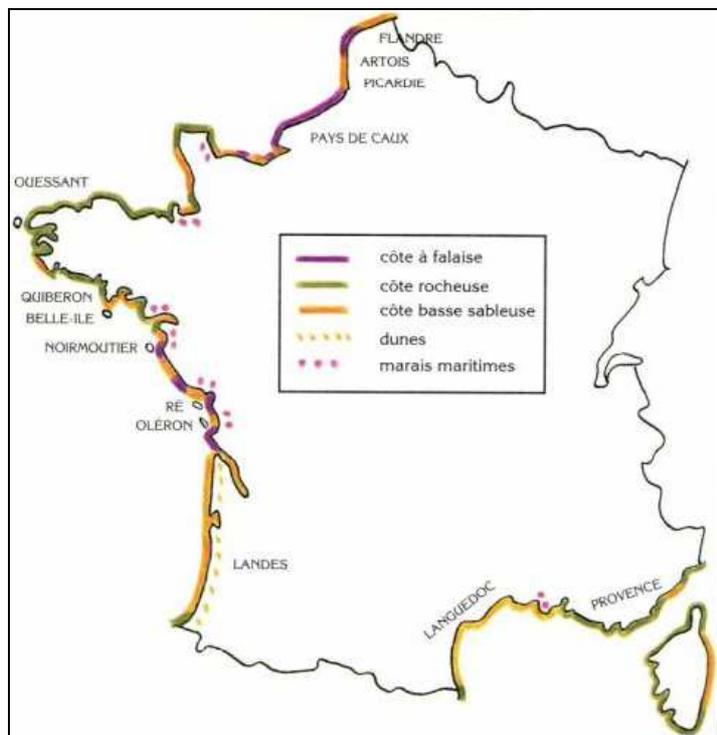
**IMPORTANCE DE LA VEGETATION NATURELLE SUR LE LITTORAL ROCHEUX.
EXEMPLES D' ACTIONS PREVENTIVES DE L'EROSION S'APPUYANT SUR LE GENIE
ECOLOGIQUE**



Si le rôle protecteur de la végétation littorale en milieu sableux et dunaire a largement été étudié et de très nombreuses solutions visant à sa préservation mises en œuvre, à contrario, l'importance de la végétation naturelle littorale sur zone non sableuse n'a fait l'objet que de très peu d'études et actions. Pour autant, son importance, tant au regard de la protection contre l'érosion que de ses valeurs écologique et sociologique, mérite une attention toute particulière dans l'approche globale de la gestion du trait de côte.

**IMPORTANCE
GEOGRAPHIQUE
DES COTES
ROCHEUSES**

Sur le territoire métropolitain, les côtes rocheuses sont présentes sur les 3 façades littorales de la Manche, de l'Atlantique et de la Méditerranée.



Sur l'ensemble des régions concernées, la végétation littorale s'observe de manière ponctuelle ou de manière continue hors des zones de falaises verticales :



Pas de Calais



Cotentin



Normandie



Bretagne



Pays Basque



Côte Vermeille



Provence



Côte d'Azur



Corse

Exemples de végétations littorales

NATURE ET STRUCTURE DE LA VEGETATION LITTORALE

Dans toutes les régions concernées, on retrouve en général, dans les zones les plus préservées, une succession de formations végétales relativement similaires depuis le littoral submergé jusqu'à l'intérieur des terres :

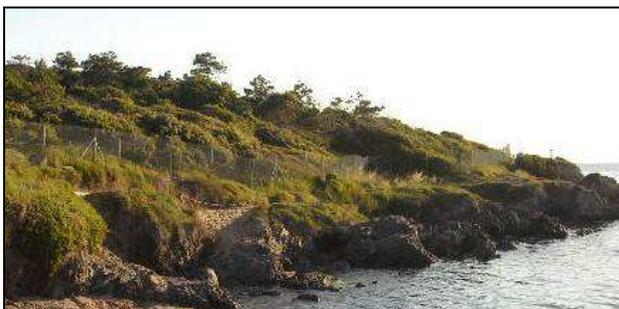
- **une végétation halophytique** en touffes réparties de manière plus ou moins continue composée d'un cortège floristique d'herbacées, de plantes succulentes et d'arbrisseaux nanifiés. Cette végétation est soumise à des conditions bioclimatiques extrêmes (salinité des embruns, sols squelettiques et pauvres en éléments organiques, vent violent). La croissance des végétaux y est particulièrement lente et leur régénération naturelle très aléatoire. Bien que son rôle en termes de protection physique soit relativement limité de par la taille et la forme des éléments qui la compose, cette végétation présente un intérêt écologique majeur, on y rencontre de très nombreuses espèces protégées. Ces formations occupent en général, sur le littoral rocheux abrupt, une bande relativement étroite en limite d'estran.



Végétation halophytique

- **des fourrés et phryganes** de plantes ligneuses qui se développent en coussinets répartis de manière potentiellement continue en l'absence d'impact externe. Cette végétation est soumise, pour les zones les plus rapprochées du littoral, aux mêmes conditions bioclimatiques que la précédente. Par contre elle s'observe en retrait de cette dernière et en général sur des sols plus développés ou plus fissurés. La croissance des végétaux y est également très lente et la régénération aléatoire.

Les végétaux disposent en général d'un enracinement puissant, développé et particulièrement dense. Les parties aériennes, sculptées par les embruns, sont souvent très denses, avec de très nombreuses ramifications très entrelacées. Son rôle en matière de protection physique est exceptionnel, tant au niveau aérien que souterrain. Elle présente également un enjeu écologique majeur avec de nombreuses espèces protégées. Ces formations végétales peuvent occuper une largeur importante en retrait du littoral.



Fourrés et Phryganes

- **des peuplements forestiers** plus ou moins anémomorphosés en fonction de leur exposition aux vents et embruns. Dans ce cas l'entrelacement des racines et des branches constitue également une parade de protection totale contre les impacts physiques des embruns ou vagues violentes. Par ailleurs ces peuplements anémomorphosés constituent un rempart de protection des peuplements forestiers situés en retrait du littoral. La disparition de ce rempart peut entraîner la destruction totale de ces peuplements par une exposition subite aux embruns salés ou aux coups de vents violents.



Végétation forestière anémomorphosée

Ces trois types de formations végétales littorales sur milieu rocheux peuvent se répartir de manière disjointe ou en mosaïque.

Lorsqu'elles sont présentes de manière continue depuis l'estran jusqu'à l'intérieur des terres, elles constituent la meilleure protection physique littorale naturelle et durable. Leur maintien constitue donc un enjeu majeur contre l'érosion.

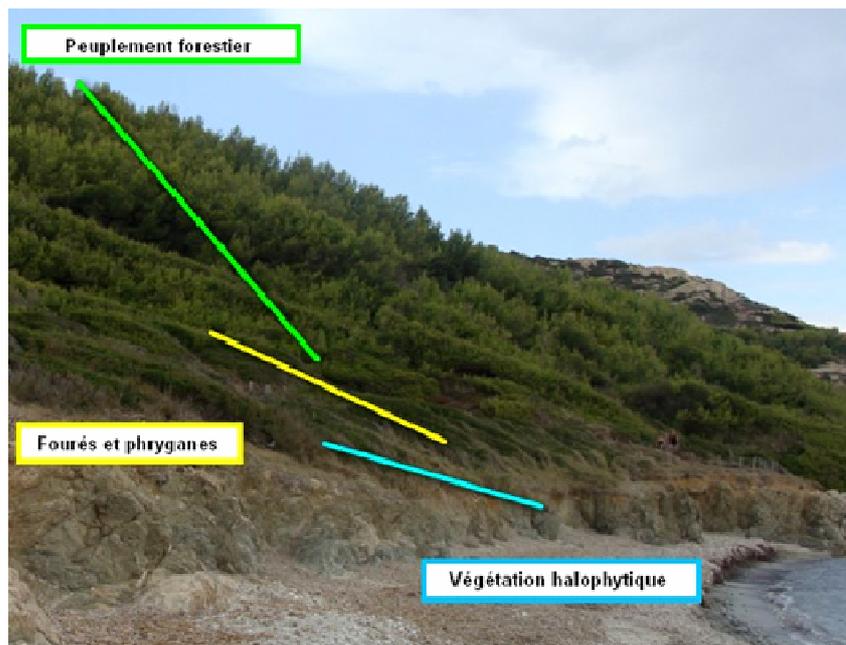


Schéma de l'étagement des végétations littorales

DIFFERENTS ROLES DE LA VEGETATION LITTORALE SUR SOL ROCHEUX

Protection physique

Au niveau du sol, la végétation observée sur le littoral rocheux installe un système racinaire qui s'adapte parfaitement aux contraintes de fissuration rocheuse ou de charges en cailloux de sorte que tout l'espace terreux meuble va être occupé verticalement et latéralement par un entrelacement de racines de tailles multiples.



Système racinaire d'un pin d'Alep

Ainsi le sol se trouve totalement stabilisé sur une profondeur qui peut être importante, jusqu'à plusieurs mètres pour certaines espèces.

D'une manière générale, on estime que le volume racine d'un arbre ou d'un arbuste est environ similaire ou volume des parties aériennes. Dans le cas des formations anémorphosées, ce volume devient nettement supérieur du fait de la "taille" répétée des parties aériennes.

Au niveau des parties aériennes des végétaux, les conditions bio-climatiques observées sur le littoral induisent des impacts permanents sur les feuillages et rameaux.

- le vent et les vagues occasionnent des impacts physiques et transportent des éléments solides qui déchirent et brisent les rameaux superficiels, déchirent les feuilles
- le sel des embruns occasionne des nécroses foliaires sur les feuilles superficielles

Les végétaux se trouvent donc en permanence sculptés, rabattus. Les branches se ramifient au point de créer des entrelacements inextricables. Ces masses végétales compactes constituent un matelas d'absorption à la fois dense et souple des impacts physiques des eaux marines.



Barrière naturelle végétale

La combinaison entre les systèmes racinaires et aériens particuliers de ces formations végétales constitue donc le meilleur rempart naturel aux atteintes physiques du littoral rocheux.

Richesse écologique

Les particularités bio-géographiques de la bande littorale et les divers milieux qui la compose ont permis l'installation de multiples espèces floristiques et faunistiques regroupées au sein de formations végétales très diversifiées et souvent imbriquées.

La faible largeur de ces espaces littoraux à l'échelle du territoire rend ces formations végétales particulièrement rares.

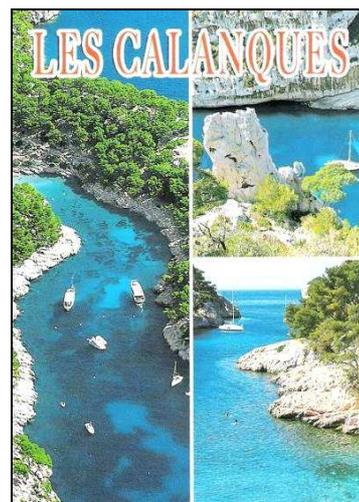
Les impacts constatés induisent une fragilité incontestable.

Il y est enfin observé de très nombreuses espèces floristiques et faunistiques endémiques de chacune des régions concernées qui pour la plupart bénéficient d'une protection réglementaire ; plusieurs habitats naturels sont classés au titre de la directive européenne Habitats-Natura 2000.



Richesse paysagère

Face à l'immensité de la mer ou de l'océan qui les bordent, ces espaces littoraux constituent, dans les zones préservées de l'urbanisation, la première frange végétale visible sur la côte. La diversité de formes du relief et de la végétation ainsi que des couleurs qui varient en fonction des saisons constituent une mosaïque particulièrement attirante pour les usagers. Souvent parsemés d'arbres isolés sculptés par le vent, les paysages qui les composent constituent des paysages exceptionnels prisés du public local ou touristique, de monde de la peinture, de la photographie, du cinéma ou de la publicité. Leur maintien en état constitue donc un enjeu économique majeur à cet égard.



Importance sociologique

L'attrait du littoral fait de ces milieux un espace de loisirs convoité toute l'année par les populations locales ou touristiques : baignade, promenade, randonnée, trail, pêche, repos, détente. En période estivale cet attrait se renforce considérablement sur toutes les régions concernées. Ces usages se concentrent également sur une bande littorale étroite où s'amplifient donc les impacts.



LES MENACES

Impacts mécaniques des eaux marines

Lorsque les formations végétales sont en parfait état végétatif, que leur structure aérienne et souterraine est intacte, les impacts mécaniques des eaux marines sont quasiment nuls sur la structure interne des végétaux.

Ces formations jouent un rôle de bouclier infranchissable et de matelas d'amortissement qui fait obstacle à tout impact sur leur structure interne mais aussi toute érosion des sols supports. A contrario, dès que ces formations présentent des faiblesses structurales, une discontinuité horizontale ou verticale, leur stabilité se réduit, les sols supports s'ouvrent à l'érosion.

Impacts chimiques

En cas de pollutions marines, les agents chimiques des embruns attaquent la cuticule des cellules des feuilles, les cellules superficielles des rameaux à écorce fine. La structure des formations végétales se dégrade, leur rôle de protection diminue, voire disparaît.

Piétinement

Le littoral présente un attrait touristique important quelle que soit la région concernée. Le public qui le fréquente s'en approche au plus près pour des activités de pêche, de baignade, de repos, de contemplation, de promenade, de randonnée, de divers loisirs sportifs à terre ou en mer.

En l'absence de sentiers parfaitement balisés et délimités, le public cherche le plus court chemin pour accéder au lieu choisi, quitte à passer pas le moindre raccourci, à piétiner la végétation franchissable.

Il s'en suit une dégradation importante des formations végétales, tant dans leur composition que dans leur structure, au niveau aérien comme souterrain superficiel. Les sols sont mis à nu, s'érodent au point, parfois, de disparaître définitivement à la mer. La régénération naturelle est rendue impossible. En cas de forte pression les sentiers sauvages s'élargissent, les impacts latéraux sur la végétation s'amplifient au point de la transformer en mosaïque discontinue, voire de la faire disparaître. Dans ce cas, l'équilibre des formations végétales situées plus à l'intérieur des terres est rompu, leur survie est mise en péril, la protection de l'urbanisation en retrait peut également être mise en péril.



Zones piétinées

Le piétinement sauvage ou un manque de gestion des eaux sur les sentiers entraînent par ailleurs la formation de ravines d'érosion qui s'élargissent, se ramifient jusqu'au littoral, la terre végétale disparaît.



Vue aérienne d'un site dégradé par une fréquentation non organisée

Les aménagements

Le littoral fait l'objet d'aménagements divers, que ce soit au titre de l'urbanisation, de la voirie, des équipements touristiques ou des travaux d'entretien du milieu naturel.



L'impact des travaux nécessaires à ces aménagements sur la végétation littorale peut avoir des conséquences néfastes sur son maintien, sur un risque de fragmentation et donc sur sa pérennité. Il est donc important de veiller, lors de la création ou de l'entretien de ces aménagements, y compris lors de travaux sur les sentiers littoraux, à garantir la préservation à court et moyen terme de la végétation littorale naturelle.

Zones délaissées qui deviennent sensibles aux dégradations

Au-delà, les aménagements urbains à proximité du littoral favorisent les impacts, notamment les dépôts sauvages.

Incendies

Dans la région méditerranéenne, en Aquitaine et plus récemment sur la côte charentaise, les incendies de forêt constituent une menace importante pour les formations végétales littorales. La pression humaine, de proximité ou touristique y étant importante, les risques y sont accentués par rapport à l'intérieur des massifs forestiers. Un petit feu littoral peut détruire la



base de la succession végétale et entraînent, à moyen terme, par effet de contagion, l'ensemble des formations végétales de protection.

Plantes invasives

Le littoral urbanisé fait l'objet d'aménagements paysagers et autres jardins plantés d'espèces et cultivars exogènes aux régions concernées. Par ailleurs des espèces exogènes se répandent à la suite d'importations de graines de manière involontaire, par les avions, bateaux, véhicules en provenance de régions et pays étrangers. Nombre de ces espèces non adaptées à nos conditions bioclimatiques se comportent de manière anarchique au détriment des espèces et milieux naturels.

Le littoral non protégé par une végétation compacte continue se trouve donc semé au gré des vents par ces espèces qui prennent la place des plantes autochtones. Bien souvent non adaptées aux conditions climatiques locales, ces espèces présentent une stabilité aléatoire et ne peuvent remplacer les espèces locales dans la succession et la structure des formations végétales de protection. Par ailleurs elles entraînent un appauvrissement de la biodiversité.



Carpobrotus sp et *Opuntia stricta*, deux espèces végétales invasives des littoraux

MESURES DE PROTECTION

Plans de gestion

Compte tenu des enjeux et menaces qui pèsent sur les formations végétales littorales, il est primordial de **mettre en place des plans de gestion spécifiques à ces milieux**, y compris lorsqu'ils font partie intégrante de forêts bénéficiant elles-mêmes de documents de gestion.

Ces plans d'actions doivent prévoir une phase d'analyse précise, depuis le liseré côtier, jusqu'aux peuplements forestiers stables ou jusqu'aux équipements ou habitations concernés et protégés par ces formations végétales littorales de protection.

Ils doivent prévoir l'ensemble des analyses biogéographiques, biologiques, écologiques, paysagères et sociologiques afférentes à ces espaces puis les actions à mettre en œuvre en terme de travaux d'investissement et d'entretien, de suivi et d'évaluation des résultats.

Techniques de protection – réhabilitation

La gestion conservatoire des formations végétales littorales impose la mise en œuvre de différentes techniques de travaux d'investissement et d'entretien qui doivent permettre d'assurer :

- la pérennité des formations stables, non dégradées,

- la cicatrisation des zones en voie de dégradation,
- la réhabilitation des zones dégradées dont la pente et la nature du sol permet d'envisager une réinstallation des espèces.

▪ **Travaux de prévention contre la dégradation des formations végétales stables**

Les milieux stables, non dégradés, doivent impérativement être maintenus en état, faire l'objet de toutes les attentions pour éviter toute atteinte à leur stabilité et leur pérennité. Pour ce faire, des travaux de prévention sont à prévoir mais exclusivement sur leur périphérie :

- travaux contre les incendies : suppression des places à barbecue, enlèvement du bois mort pour éviter les feux sur les zones de fixation du public, bois qui peut être utilisé par ailleurs pour stabiliser des zones en voie de dégradation, retrait des déchets,
- travaux d'arrachage d'invasives qui les menacent,
- maintien en état de l'accessibilité et de la plateforme des sentiers contigus pour éviter toute divagation hors sentier



- gestion des eaux de surface des sentiers et équipements contigus pour éviter tout ruissellement à l'intérieur de la végétation



- signalétique directionnelle et d'information



Différents exemples de réfections de sentier (1)

Travaux de cicatrisation des zones en voie de dégradation

Après identification, les zones stables qui commencent à se dégrader où des sentiers sauvages, des petites ravines, des piétinements se créent ponctuellement, où sont constatées les prémices d'un morcellement doivent être traitées en fonction de l'origine des phénomènes :

- réalisation de travaux similaires à ceux décrits ci-dessus avec adaptation aux dégâts et enjeux,
- pose de barrières de modèle étudié en fonction du niveau de pression humaine,
 - o simples petites pieux reliés par une corde ou un câble gainé
 - o barrière bois – fil métal galvanisé simple
 - o barrière bois – fil métal galvanisé double
 - o ganivelle à espacement plus ou moins serré



- création de chaos de bois mort et pierres infranchissable,
- création de petits seuils en bois ou en pierre sur les ravines,



Différents exemples de réfection de sentiers (2)



- identification de sentiers à maintenir ou à créer en direction des zones de fixation du public,
- réhabilitation ou entretien des sentiers existants pour les rendre confortables et donc utilisables par le public, sans qu'il ne cherche à en sortir,
- drainage et/ou guidage des eaux de ruissellement,
- semis et/ou plantation des zones ouvertes avec des espèces locales, en lien éventuel avec le Conservatoire Botanique local pour les plantes protégées

■ **Travaux de traitement de zones fortement dégradées :**

Dans les zones fortement dégradées, où la végétation a en partie disparu, où les sols sont fortement érodés mais où il persiste néanmoins un potentiel de recolonisation par la végétation, des travaux de plus ample envergure sont à étudier et à mettre en œuvre en sus des types de travaux indispensables décrits ci-dessus.

Filets de maintien des sols



Caissons bois (Carry le Rouet)



Gabions bois (ENS de Monaco – Le Pradet)



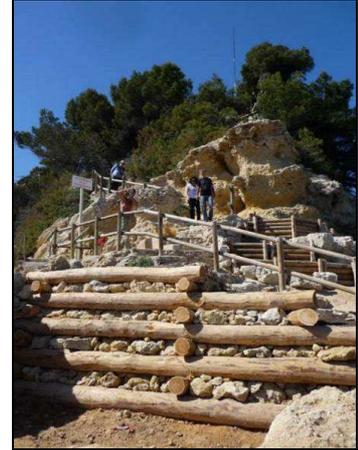
- Gabions mixtes bois-pierre



Sentier littoral avant travaux (Ramatuella)



Sentier littoral Ramatuella après travaux (Ramatuella)



Gabion bois-pierre sur le sentier littoral de Carry le Rouet

- Gabions-pierre



Exemple de gabion pierre

Différents exemples de traitement de zones fortement dégradées

Contact :

Office National des Forêts - Alain Vincent : alain.vincent@onf.fr

LES STRATEGIES DE GESTION

UNE STRATEGIE NATIONALE POUR ANTICIPER L'EROSION LITTORALE



MEDDE/DGALN/DEB/LM2

Bureau du littoral et du domaine public maritime

UN CONSTAT PARTAGE : LE LITTORAL EST UNE INTERFACE TERRE-MER RICHE MAIS FRAGILE

En France, près d'un quart du littoral recule du fait de l'érosion côtière.

Ce phénomène naturel, aggravé souvent par les actions anthropiques et les effets de changement climatique, peut avoir un impact important sur les activités humaines, l'urbanisation du littoral, le tourisme, l'agriculture, la protection de la biodiversité...

Le littoral est un des territoires français les plus en augmentation démographique et touristique, auxquels correspond un haut niveau d'artificialisation des communes : 2,5 à 3 fois la moyenne métropolitaine. Plus on se rapproche de la côte, plus l'artificialisation est forte.

La population des départements littoraux pourrait croître de 18,7 % entre 2007 et 2040, (4,5 millions d'habitants en plus), surtout sur la façade atlantique, dans le Languedoc-Roussillon (et les départements d'outremer). Avec une telle croissance, la population des communes littorales pourrait augmenter de 1,4 million d'habitants et atteindre plus de 9 millions d'habitants en 2040.

Ainsi, plus de 140 000 personnes résident à moins de 250 m des côtes en érosion et plus de 800 000 personnes résident dans des zones basses.

LA NAISSANCE D'UNE STRATEGIE NATIONALE ISSUE D'UNE CONCERTATION RAISONNEE

Face à la pression anthropique de ce territoire exceptionnel, convoité, source et ressource indispensable de nos écosystèmes, le ministère a adopté en mars 2012, la "**stratégie nationale de gestion du trait de côte**". Cette stratégie s'inspire directement du rapport émis en novembre 2011 par le député Alain Cousin, lui-même issu des riches débats du COMOP 6 où experts, politiques, services de l'Etat, associations, acteurs socio-économiques ont pu exprimer leur avis et propositions.

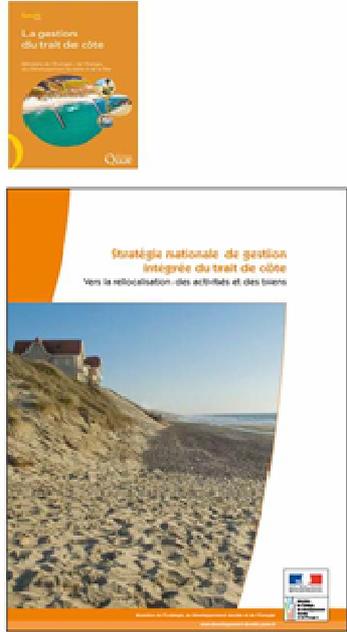
L'engagement 74.f du Grenelle de la mer inscrivait « Développer une méthodologie et une stratégie nationale (collectivités et Etat) pour la gestion du trait de côte, pour le recul stratégique et la défense contre la mer ». L'engagement 68.b ajoutait « passer de la gestion intégrée de la zone côtière à la gestion intégrée de la mer et du littoral ».

RAPPEL DES OBJECTIFS PRINCIPAUX

Tout l'enjeu pour les collectivités locales du littoral et l'État consiste à anticiper l'évolution du trait de côte en prenant mieux en compte les phénomènes naturels dans les politiques publiques, en faisant des choix d'urbanisme et d'aménagement adaptés et cohérents et de **prévoir sur le long terme** les conséquences de ces choix relatifs à la protection du littoral et de ses usages, et l'adaptation du territoire concerné aux aléas des phénomènes naturels.

Dans ce sens, il s'agirait d'initier des stratégies locales (ou projet de territoire intégrant la donnée érosion et risques littoraux) sur les territoires adaptés au cas par cas, en respectant les enjeux de développement durable, sociaux, économiques, politiques et culturels.

La stratégie nationale de gestion intégrée du trait de côte



- . Un constat partagé
- . 8 principes
- . 7 recommandations stratégiques
- . 22 actions selon 4 axes :

A - Développer l'observation du trait de côte et identifier les territoires à risque érosion pour hiérarchiser l'action publique

B - Élaborer des stratégies partagées entre les acteurs publics et privés

C - Évoluer vers une doctrine de recomposition spatiale du territoire

D - Préciser les modalités d'intervention financière

Gestion du trait de côte, recuil stratégique et défense contre la mer 1

Présentation de la stratégie Nationale

LE PLAN D' ACTIONS DE LA STRATEGIE

La Stratégie nationale se base sur un programme de 22 actions à l'horizon 2015, réparties sur quatre axes et fondé sur des principes et recommandations fortes, générales et transversales [voir livret de la stratégie datée de mars 2012 en ligne :

http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/12004_Strategie-gestion-trait-de-cote-2012_DEF_18-06-12_light.pdf

L'idée principale est de considérer la **mobilité du trait de côte et la dynamique hydrosédimentaire** comme parties intégrantes du littoral et des échanges terre-mer.

Le premier axe de la stratégie (A) a pour objectif de Développer l'observation du trait de côte et identifier les territoires à risque érosion pour hiérarchiser l'action publique :

Trois actions pour une meilleure connaissance de l'aléa :

- Une des actions les plus avancées est la définition d'un indicateur national de l'érosion côtière, avec la réalisation d'une cartographie historique de l'évolution de l'érosion littorale. Cette action pilotée par le CEREMA doit aboutir à identifier par la suite les territoires littoraux vulnérables à l'érosion et leur hiérarchisation ;
- Une action importante et de longue haleine est l'actualisation des catalogues sédimentologiques édités dans les années 80 en élargissant cette cartographie raisonnée sur les territoires outre-mer et en enrichissant les indicateurs aux nouvelles données disponibles pour caractériser l'évolution du trait de côte. Cette action qui est également menée par le CEREMA à l'horizon 2015, fait appel aux contributions d'experts du BRGM et des universités.
- Enfin, il s'agit de créer un réseau à l'échelle nationale des observatoires situés et actifs sur le littoral, pour le suivi de l'évolution du trait de côte, et l'actualisation éventuelle des données générales sur l'aléa érosion, en s'appuyant sur les acteurs locaux. Le BRGM missionné sur cette action a pu mettre en exergue les différentes modalités de création de ce réseau et ses difficultés.

Le deuxième axe (B) s'attache à l'élaboration des stratégies locales de gestion intégrée de l'érosion littorale partagées entre l'État, les collectivités territoriales et les acteurs privés, avec, entre autres les orientations suivantes :

- Dans les territoires sensibles à l'érosion côtière, il s'agit de favoriser la mise en place de stratégies ou projet de gestion et d'aménagement, avec l'adoption de mesures cohérentes d'urbanisme, de préservation du fonctionnement écosystémique et de prévention des risques ;
- Dans l'ensemble des territoires littoraux, il s'agit d'appuyer une meilleure utilisation des outils d'urbanisme et de prévention des risques : prise en compte explicite dans les plans locaux d'urbanisme (PLU) et les schémas de cohérence territoriale (SCOT) du phénomène d'érosion côtière ;

Le troisième axe (C) souhaite favoriser la relocalisation des activités et des biens situés dans des territoires soumis à de forts aléas naturels, tout en maintenant le dynamisme des territoires.

L'action 7 de cet axe vise à préparer la mise en œuvre de cette **option de relocalisation dans une dynamique de recomposition spatiale territoriale. La relocalisation est avant tout une action d'anticipation** (anciennement dénommée "repli" ou "recul stratégique"), ce principe ou changement de paradigme forme le sous-titre de la *stratégie nationale de la gestion intégrée du trait de côte* [« vers une relocalisation »].

Le quatrième axe (D) a pour objectif de préciser les principes de financement pour la gestion du trait de côte, en identifiant ce qui est du ressort de l'État et des collectivités locales.

VERS UNE RELOCALISATION

L'objectif pour l'État est d'encourager la mise en œuvre de démarches pilotes, expérimentales et innovantes, concertées et partagées, dans une approche globale de recomposition territoriale, en accompagnant les acteurs locaux.

La relocalisation doit être vue comme une solution alternative aux options traditionnelles de fixation du trait de côte et de « *défense et de lutte contre la mer* », impliquant l'artificialisation du trait de côte et de fortes dépenses sur des opérations parfois peu pérennes.

Il s'agit d'inciter les collectivités à anticiper en fonction des enjeux territoriaux présents et à préparer en amont des opérations un projet global d'aménagement du territoire intégrant l'évolution du littoral et le recul du trait de côte, pour limiter la vulnérabilité au risque.

Appel à projets pour l'expérimentation de la relocalisation des territoires exposés aux risques littoraux

2

Appel à projet pour l'expérimentation de la relocalisation

LES EXPERIMENTATIONS EN COURS

Afin d'initier cette option, un appel à projets auprès des collectivités a été lancé en mars 2012. Le ministère, appuyé par un jury multidisciplinaire a retenu cinq sites retenus pour leur pertinence et leur exemplarité, Cinq expérimentations, diverses et variées tant par les géomorphologies littorales que par les structures territoriales :

- Le Site d'**Ault** (en région Picardie, département de la Somme) « **La falaise vive, vers une construction de démarche résiliente** », porteurs: la commune d'Ault et le Syndicat Mixte Baie de Somme – Grand Littoral Picard. La problématique se fonde principalement sur l'effondrement des hautes falaises de craies au recul inéluctable impliquant la situation critique d'une station balnéaire patrimoniale du XIXème siècle.
- **Les sites ateliers de la Côte Aquitaine** (en région Aquitaine, départements de la Gironde et des Landes), porteurs: les communes de Lacanau, de La Teste-de-Buch et de Labenne assisté par le GIP Littoral Aquitain. Ces sites-ateliers sur la côte sableuse soumise à de forts aléas naturels, se fondent sur l'élaboration de stratégies locales, inscrites dans une stratégie régionale de la bande côtière organisée sur une large échelle et fondée sur une méthode éprouvée par le GIP Aquitain et construite en partenariat avec l'observatoire régional de la côte aquitaine (OCA).
- **Le site de Petit-Bourg** (en région de la Guadeloupe), « **mise en sécurité des sites de Bovis et de Pointe-à-Bacchus** », porteurs : la Communauté d'Agglomération de Nord Basse Terre et la commune de Petit-Bourg, appuyées par l'Agence des 50 pas géométriques. Cette démarche figure un projet en outre-mer, exemplaire des territoires insulaires en zone tropicale soumis à de forts aléas naturels (cyclones, séisme), et où l'on trouve les problématiques spécifiques des occupations précaires de la bande des 50 pas géométriques.
- **Le site de Vias** (en région Languedoc-Roussillon, département de l'Hérault), « **La côte Ouest** », porteurs: les communes de Vias et de Portiragnes, et la Communauté d'Agglomération Hérault Méditerranée. Ce site contraint très fréquenté occupé par de nombreux cabanons et campings connaît depuis plusieurs décennies un fort recul du trait de côte.
- **Et enfin, le site de Hyères** (en région PACA, département du Var), « **la plaine du ceinturon face aux risques littoraux** », porteur : la commune de Hyères-les-Palmiers. Une démarche fondée sur le recul d'une route littorale dans un site exceptionnel, aux enjeux riches et multiples et soumis à de forts aléas d'inondation et de submersion : économique, agricole, patrimonial, environnemental qui fait l'objet de cet atelier EUCC.

Le lancement des démarches a eu lieu le 14 février 2013

[http://www.developpement-](http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/1_Seminaire_national_de_lancement_du_14_fevrier_2013.pdf)

[durable.gouv.fr/IMG/pdf/1_Seminaire_national_de_lancement_du_14_fevrier_2013.pdf](http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/1_Seminaire_national_de_lancement_du_14_fevrier_2013.pdf)

http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/2_Actes_du_seminaire_national_de_lancement.pdf

Les actes du séminaire national mi parcours qui a eu lieu le 19 mai 2014 sont en cours de rédaction.

Lors du séminaire de mi-parcours, des ateliers de travail sur les cinq sites en projet ont rassemblé acteurs locaux et les membres du groupe conseil de suivi composés des services de l'État, experts et personnalités qualifiées. Les porteurs de projets ont présenté l'avancement de leurs démarches, les points en difficultés, les pistes de recherches pour la mise en œuvre des études sur lesquelles ils s'étaient engagés lors de la candidature.

Durant cette première année, ils ont élaboré les cahiers des charges des appels d'offre leur permettant de sélectionner les bureaux d'étude et/ou maîtrises d'œuvre pour la réalisation des études.

Ils ont organisé des séminaires, ateliers ou réunions techniques locales pour permettre le partage des

diagnostics, des différents scénarios de projets. Il s'agit avant tout de réunir les différents partenaires sur l'idée d'une nécessité de projet, d'instaurer le dialogue entre tous les acteurs.

MODALITES DE L'APPEL A PROJETS

Les cinq porteurs se sont engagés avec l'appui de l'État dans ces démarches sensibles et difficiles. L'accompagnement de l'État se fait à différents niveaux :

- financier, le porteur reçoit une subvention de 110 000€ pour les études (l'appel à projets est financé conjointement par la direction de l'eau et de la biodiversité et la direction générale de la prévention des risques (600 000€ au global sur 2 ans co-financés par la direction de l'Eau et de la Biodiversité (DEB) et la direction générale de la prévention des risques (DGPR)),
- technique, les services de l'État centraux et déconcentrés associés à un « groupe conseil de suivi national » composé d'experts, d'universitaires, de personnalités qualifiées et de référents d'institutions nationales, doivent appuyer et conseiller les porteurs dans leur démarche.

La synergie des démarches est assurée par l'organisation d'ateliers ou séminaires, réunions locales à l'initiative des porteurs en coordination avec les services de l'État (réunions techniques annuelles...) et réunions nationales sous la responsabilité du ministère de l'Écologie (trois séminaires prévus au lancement, à mi-parcours et en clôture).

UNE CAPITALISATION DES EXPERIMENTATIONS ET DES PISTES DE RECHERCHE

La démarche de « relocalisation » ne trouvant pas d'exemple sur le territoire français (dans tous les cas à cette échelle et sur la base de cette problématique d'anticipation affichée), il peut être affirmé que ces cinq démarches seront à ce titre particulièrement innovantes et on ne peut que saluer la mobilisation des collectivités engagées et des services de l'État accompagnateurs.

Suite à ces premiers résultats et retours, les porteurs de projet ont pu identifier certaines pistes de recherche et certaines difficultés à surmonter qu'il faudra approfondir dans les mois qui suivent au niveau local et national. Des prospectives et ajustements sont actuellement à l'étude au niveau de groupes de travail en constitution, ainsi que dans les services de l'État.

À ce stade, plusieurs problématiques communes fondées sur le retour des porteurs, les critères du cahier des charges de l'appel à projets et les avis des membres du groupe conseil de suivi peuvent être répertoriées :

- l'importance de la phase de concertation et de partage du diagnostic avec les habitants et les acteurs économiques concernés,
- la question de l'échelle géographique pertinente à la fois pour l'étude et à la fois pour la gouvernance,
- l'adéquation des scénarios de faisabilités avec les méthodes structurelles de projet en pratique, les documents d'urbanisme et de planification en vigueur, les possibilités juridiques, ainsi que la mise en place de stratégies foncières adaptées,
- le financement des opérations à mettre en place avec la question de l'indemnisation des propriétaires,
- les nouveaux modes d'occupation à envisager pour les espaces libérés à court, moyen et long

terme en fonction de la connaissance des aléas et des risques envisageables, dans l'objectif de restitution de ces espaces d'interface terre-mer au bien commun et avec la restauration des fonctionnements écosystémiques littoraux.

Le rôle de l'État est avant tout d'accompagner ces démarches pour la mise en place d'études de faisabilité de projets de relocalisation dont les scénarios restent à construire et à évaluer. Il s'agit également de favoriser la mise en place de structures pérennes sur le territoire afin que ces démarches puissent s'installer sur le moyen/long terme dans des synergies partagées, et rentrer dans des phases opérationnelles où le principe de relocalisation et les phénomènes naturels puissent être inscrits comme des données acquises dans les réflexions d'aménagement des littoraux.

L'enjeu au niveau national est de capitaliser les expériences par la rédaction d'un cahier des enseignements pour fin 2015 qui fera état du bilan des démarches, des difficultés, des atouts et diverses méthodes à valoriser en lien avec les cinq porteurs de projets.

L'idée est de promouvoir les pratiques exemplaires issues des 5 démarches expérimentales, de proposer des recommandations et des méthodologies de projets pour les collectivités devant s'engager dans une démarche de relocalisation, et d'améliorer les méthodes et les pratiques, voir de faire évoluer si nécessaire les règles.

L'objectif est de nourrir la véritable feuille de route qui engage l'Etat, les collectivités territoriales et l'ensemble des parties prenantes à mieux prendre en compte l'érosion littorale dans les politiques publiques d'aménagement durable du littoral en métropole comme en outre-mer.

Les expérimentations de « relocalisation » feront aussi l'objet d'un suivi par l'installation dans les semaines qui viennent d'un **comité national de suivi de la « stratégie nationale de gestion intégrée du trait de côte »** co-présidé par deux députées, **Chantal Berthelot, députée de la deuxième circonscription de la Guyane, et Pascale Got, députée de la cinquième circonscription de la Gironde.**

Ortho littorale v2
28/06/2011

Bassin d'Arcachon – Banc d'Arguin

<http://www.geolittoral.developpement-durable.gouv.fr/>

<http://www.developpement-durable.gouv.fr/Strategie-nationale-de-gestion.html>

Gestion du trait de côte, recul stratégique et défense contre la mer

3

LES TRAVAUX DU CEREMA DANS LE CADRE DE LA STRATEGIE NATIONALE DE GESTION INTEGREE DU TRAIT DE COTE ET LEUR DECLINAISON DANS LE DEPARTEMENT DU VAR



La Stratégie Nationale de Gestion Intégrée du Trait de Côte adoptée en 2012 fixe un programme d'action entre 2012 et 2015 sous 4 axes :

- Axe A : développer l'observation du trait de côte et identifier les territoires à risque érosion pour hiérarchiser l'action publique
- Axe B : Élaborer des stratégies partagées entre les acteurs publics et privés
- Axe C : Évoluer vers une doctrine de recomposition spatiale du territoire
- Axe D : Préciser les modalités d'intervention financière

Le Cerema participe activement à la mise en œuvre de cette stratégie, notamment pour l'axe A de par le pilotage de l'actualisation des Catalogues Sédimentologiques et la réalisation d'une cartographie nationale de l'érosion côtière. Il participe également au rendu compte de l'Axe C.

Ces actions menées au niveau national ont une déclinaison locale et notamment dans le département du Var. Celle-ci est assurée par la Direction Territoriale Méditerranée du Cerema.

LA MISE A JOUR DU CATALOGUE SEDIMENTOLOGIQUE

PRESENTATION DU PROJET

Depuis le lancement du Grenelle de la Mer en 2009, la nécessité de partager un socle de connaissances sur l'évolution du littoral français a été rappelée à maintes occasions. Dans ce contexte, le projet d'actualisation du "Catalogue sédimentologique des côtes françaises", envisagé déjà depuis plusieurs années, est replacé au cœur d'actions stratégiques du Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie (MEDDE).

L'édition précédente du catalogue sédimentologique date des années 80 et avait été réalisée par les grands laboratoires hydrauliques de l'époque.

Le contenu du nouveau catalogue sédimentologique est largement inspiré de celui de la version existante. Il abordera ainsi les thématiques suivantes :

- a) la géomorphologie côtière : géographie, géologie, hydrographie et hydrologie,
- b) l'hydroclimatologie : climatologie atmosphérique et océanique, hydrodynamique et océanographie -marée, niveau de la mer, houle, courants-,
- c) la sédimentologie : nature et répartition des sédiments, origine, mouvements, agents de transport prédominants et sens et intensité des transits par mode de transport,
- d) les interventions humaines affectant la côte : inventaire des ouvrages maritimes et méthodes de protection existants, extractions de granulats, les dragages et rejets, etc.,
- e) l'évolution constatée du trait de côte (bilans d'évolution générale du littoral et des fonds et de

l'impact quantifié des interventions humaines),

- f) le bilan des transferts sédimentaires généraux (modes et sens des transports, quantification des apports et des retraits et bilan de l'évolution du littoral, notamment du trait de côte).

Ces différents bilans concerneront principalement l'époque récente (le siècle dernier). Ceci constitue le cœur du catalogue actuel et un socle d'informations minimal déjà très important. Il s'agit donc, pour chacune de ces thématiques, en fonction de l'état des connaissances et de manière factuelle :

- a) de fournir une liste de références bibliographiques contenant des informations hydrosédimentaires d'origine naturelle et anthropique
- b) de mettre à disposition les données existantes,
- c) d'établir une synthèse à l'échelle des provinces sédimentaires et à l'échelle nationale,
- d) de proposer un volet prospectif, prenant en compte les évolutions possibles liées au changement climatique,
- e) et d'identifier les lacunes de connaissances et des pistes d'études et de recherche pour y remédier.

Ce catalogue sera accompagné par des cartes dynamiques présentant les différents types de données en ligne sur Géolittoral (<http://www.geolittoral.developpement-durable.gouv.fr/>).

LE FASCICULE MEDITERRANEE EST

La rédaction du fascicule Méditerranée Est a débuté début 2014. Ce fascicule s'étend de Port de Bouc dans les Bouches-du-Rhône jusqu'à la frontière italienne. La rédaction est pilotée par un binôme composé de François Sabatier du CEREGE et de Céline Trmal du Cerema.

Plusieurs organismes ont été sollicités pour participer au comité de rédaction : les services de l'État, des universitaires, des collectivités, des établissements publics, des bureaux d'études. Une réunion a eu lieu en décembre 2013 et l'état d'avancement devrait être présenté au groupe à l'automne 2014.

Une bibliographie a déjà été collectée sur ce fascicule et les chapitres sont en cours de rédaction.

L'INDICATEUR NATIONAL D'EROSION COTIERE

Dans le cadre de l'axe A de la Stratégie Nationale de Gestion Intégrée du Trait de Côte, un indicateur national d'érosion côtière doit être produit d'ici fin 2014 et diffusé en 2015. Cet indicateur national d'érosion côtière est établi sur la base de l'évolution passée du trait de côte observée sur plusieurs décennies. Cette évolution s'apprécie en comparant la position du trait de côte visible sur orthophotographies aériennes, entre deux dates distinctes les plus éloignées possibles. Sur la base de l'évolution constatée sur les 50 dernières années environ, l'indicateur retenu est la vitesse annuelle moyenne de mobilité du trait de côte en m/an. Cette donnée, objective et homogène au niveau national, représente un indicateur non biaisé de l'évolution passée du trait de côte et est à ce titre un premier estimateur de l'aléa de recul du trait de côte.

Cette première cartographie nationale pourra être affinée par la connaissance des acteurs locaux et complétée par les travaux des observatoires du trait de côte.

Dans le Var celui-ci s'appuie sur une digitalisation du trait de côte d'une part sur les orthophotographies anciennes mises à disposition par le CRIGE PACA datant de 1924 à l'est du Var, 1927 à l'ouest et 1955 à Toulon et d'autre part sur l'ortholittorale de 2011.

Sur les côtes rocheuses, la limite de végétation a été levée et sur les côtes meubles (sable, galet), la limite du jet de rive a été choisie.

La vitesse d'érosion est donc calculée comme la distance qui sépare le trait de côte ancien et le trait de côte récent divisée par le nombre d'année qui les sépare. Un outil dédié, MobiTC, a été conçu et développé au Cerema pour réaliser ces calculs. Plus d'informations sont disponibles sur <http://wikhydro.developpement-durable.gouv.fr/index.php/MobiTC>.

Lors de cette digitalisation, l'artificialisation du trait de côte a été levée pour constituer une base de données. Celle-ci comprend les ouvrages de défense côtière (épis, brise-lames, perrés...), les remblais (routiers, d'accès...) et les bâtiments ou constructions se substituant directement au trait de côte.

Les données et cartographies associées à la production de l'indicateur national d'érosion côtière pourront alimenter les démarches locales en vue de l'établissement de stratégies partagées de gestion du trait de côte.



Exemple de cartographie produite par le CEREMA

EXPERIMENTATION DE RELOCALISATION DES ACTIVITES ET DES BIENS SUR LES TERRITOIRES MENACES PAR LES RISQUES LITTORAUX



LA PLAINE COTIERE DU CEINTURON FACE AUX RISQUES LITTORAUX

Étude réalisée dans le cadre de l'Appel à projet du Ministère de l'Écologie sur la recomposition spatiale des territoires menacés par les risques littoraux

Dans le cadre de la stratégie nationale de gestion intégrée du trait de côte, le Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie a lancé au printemps 2012, auprès des collectivités locales intéressées, un appel à projet visant un accompagnement des acteurs locaux pour préparer la mise en œuvre de la recomposition spatiale imposée par les changements climatiques.

La recomposition spatiale consiste, dans une approche globale, transversale et systémique des territoires, à repenser l'aménagement du territoire en intégrant l'objectif de mettre durablement à l'abri les enjeux, biens et activités menacés par le recul du trait de côte et/ou la submersion marine.

La Ville d'Hyères connaissant des problèmes d'érosion. Elle a ainsi travaillé avec les différents acteurs du territoire⁷ pour anticiper les changements et conduire dès aujourd'hui une politique d'aménagement à long terme. Grâce à la collaboration de chacun, un dossier de candidature a été proposé et retenu par le Ministère afin de mener les réflexions nécessaires à la prise en compte des risques littoraux sur l'aménagement de la plaine côtière du Ceinturon.

La Commune de Hyères fait donc partie des 5 lauréats qui participeront auprès du Ministère au développement de nouveaux outils méthodologiques de gestion intégrée du trait de côte.

Pour le cas du Ceinturon, cette réflexion permettra :

- de qualifier et de quantifier les risques d'érosion et de submersion sur le secteur en prenant en compte l'élévation programmée du niveau de la mer,
- d'identifier les enjeux à risque,
- de définir un programme d'actions et d'aménagement à long terme,
- de requalifier les espaces libérés (trait de côte, espaces naturels, ...)

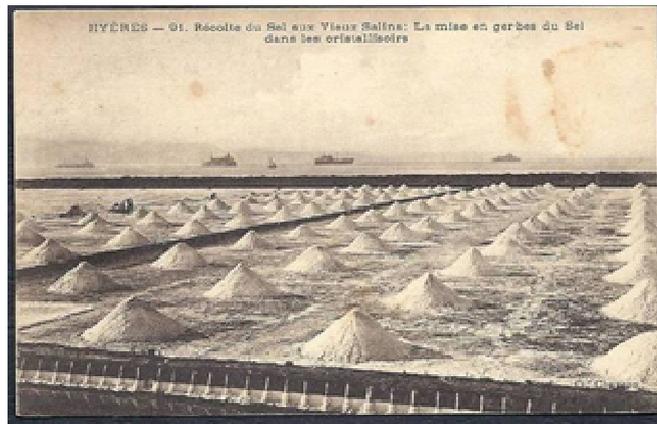
Ceci se fera en toute concertation avec l'ensemble des acteurs grâce à la mise en place d'un comité consultatif qui regroupera associations et représentants de la société civile.

⁷ Conseil Régional, Conseil Général, Communauté d'Agglomération Toulon Provence Méditerranée, Syndicat Mixte Port Toulon Provence, Syndicat Mixte du SCoT Provence Méditerranée, Parc National de Port Cros, Chambre de Commerce et d'Industrie du Var et l'Aéroport Toulon-Hyères, Direction Départementale des Territoire et de la Mer et la Direction Régional de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement.



Les Salins d'Hyères, d'une superficie totale de 900 hectares, comprenant le Salin des Pesquiers et les Vieux Salins, ont été achetés en 2001 par le Conservatoire du Littoral alors que la cessation d'activité salinière par la Compagnie des Salins du Midi datait de 1995. La Communauté d'Agglomération Toulon Provence Méditerranée est devenu gestionnaire des sites en 2004 avec la volonté de promouvoir des partenariats à forte valeur ajoutée. Il a été ainsi fait appel au Parc national de Port-Cros en tant qu'assistant scientifique et la Commune d'Hyères est également associée à la gestion des sites. La Ligue de Protection des Oiseaux participe à la gestion ornithologique du site ainsi qu'à l'accueil du public.

Les Salins d'Hyères



Récolte de sel – Photo ancienne – Fond Vincent BOREL Rosalba

Notre objectif commun : protéger les Salins d'Hyères, en optimiser les potentiels écologiques et patrimoniaux pour une valorisation pérenne. L'enjeu est donc de préserver durablement ces sites exceptionnels dont les intérêts biologiques, culturels et paysagers en font un atout majeur pour la promotion d'un éco-tourisme raisonné. Le développement de projets pédagogiques pour la sensibilisation à l'environnement et au patrimoine est également engagé.



Le salin des Pesquiers, serti entre les tombolos de la presqu'île de Giens

(H. HEBRARD, TPM)

Un premier plan de gestion vient décliner de manière opérationnelle ces orientations fondatrices pour les opérations à conduire sur une première période 2005/2015. Il faut souligner que l'ambition de ce premier plan de gestion est principalement d'accompagner le changement de vocations de ces sites avec :

- la préservation voire l'optimisation de la biodiversité, et notamment de l'avifaune inféodée aux zones humides littorales méditerranéennes ;
- une nouvelle représentation sociale comme espace de nature partagée.

Sur le site, 11 agents de Toulon Provence Méditerranée mettent en œuvre les actions préconisées dans ce plan de gestion.

Le réaménagement et l'entretien du réseau hydraulique hérité de l'exploitation salinière permet d'assurer des mises en eau favorisant la chaîne alimentaire pour les oiseaux d'eau. Les îlots de nidification visent à favoriser leur reproduction avec une réelle attractivité des sites pour des espèces à fort enjeu patrimonial telles que l'avocette élégante, le goéland railleur ou la mouette rieuse.

De nombreuses actions pour l'accueil du public sont également engagées. Depuis 2007, l'Espace Nature situé aux Vieux Salins est ouvert du mercredi au dimanche, il est en accès libre et gratuit, accessible depuis la levée de Saint Nicolas jalonnée de seuils d'information. Les espaces « sanctuaires » sont accessibles dans le cadre de visites guidées ornithologiques ou du patrimoine salinier pour le grand public ou les scolaires. Depuis 2012, ces dispositions ont été complétées par des week-ends évènementiels (Fête de la Nature en mai aux Vieux Salins et Journées Européennes du Patrimoine en septembre au salin des Pesquiers). En 2013, plus de 22 000 personnes ont été reçues sur les sites.



Les Vieux Salins entre premiers contreforts des Maures et la rade d'Hyères (O. PASTOR TPM)

Renseignements : 04 94 01 36 33, Frédérique GIMOND-LANTERI, Responsable de site

Envie d'en savoir plus ... consultez ou téléchargez notre brochure :

<http://www.tpm-agglo.fr/jahia/Jahia/pid/815>

LE CONTRAT DE BAIE DE LA RADE DE TOULON ET DE SON BASSIN VERSANT



DESCRIPTION GENERALE

Le Contrat de baie de la rade de Toulon est une démarche globale de reconquête de la qualité des eaux et des milieux aquatiques engageant l'ensemble des acteurs de la rade sur un programme d'actions de 5 ans.

La finalité d'un contrat de baie est, à partir **d'objectifs de restauration, préservation, d'entretien et de mise en valeur de l'écosystème littoral**, de programmer et de réaliser les études et travaux. Cette démarche a nécessité l'organisation d'une large concertation locale associant l'ensemble des partenaires au sein du comité de baie, animé par Toulon Provence Méditerranée.

Le premier **Contrat de baie [2002-2009]** s'est essentiellement consacré à la thématique de **l'assainissement et la réduction des flux de pollutions** (plus de 60% des projets liés à l'assainissement). Les actions concernant le suivi de la qualité de l'environnement, notamment la cartographie chimiques des sédiments et l'analyse de la qualité des écosystèmes marins, ont également été très importantes pour diagnostiquer l'état de l'environnement et engager une évaluation des efforts réalisés au sein d'un tableau de bord de suivi environnemental (TBSE). Le bilan affiche 114 actions réalisées soit 72% au total. Certaines actions qui n'ont pas abouti seront reconduites dans le Contrat de baie n°2.

Le **Contrat de baie n°2 [2013-2018]**, sur la base du bilan du premier contrat, des objectifs du Schéma Directeur d'Aménagement et Gestion des Eaux (SDAGE) 2009 et du Programme d'Action pour le Milieu Marin (PAMM), poursuivra les efforts de restauration de la qualité des eaux autour des **4 enjeux suivants** :

- Amélioration de la qualité des eaux
- Gestion durable des ressources et des milieux pour le maintien des usages
- Amélioration du fonctionnement naturel des écosystèmes aquatiques
- Maintien d'une animation qui associe durablement les acteurs du territoire

Les étapes :

1^{er} juillet 2010 : lancement du second contrat de baie de la rade de Toulon

Le 25 novembre 2011 : agrément provisoire du contrat de baie

Le 29 juin 2012 : arrêté préfectoral de nouvelle composition du comité de baie

24 juin 2013 : agrément définitif du Comité de bassin Rhône Méditerranée

11 octobre 2013 : signature du Contrat de baie n°2

Les chiffres clés :

81 actions principales et un total de 240 « fiches actions »

42 maîtres d'ouvrages

Un montant estimatif de 92 M€ HT

LE FONCTIONNEMENT

Piloté par le Comité de baie, le Contrat de baie est présidé par Gilles Vincent, maire de Saint-Mandrier-sur-Mer et vice-président de TPM en charge de l'Environnement. Le Contrat de baie s'appuie sur une large concertation associant l'ensemble des acteurs de la rade et de son bassin versant.

La communauté d'agglomération Toulon Provence Méditerranée, forte de l'expérience du premier Contrat, joue le rôle de « structure porteuse ». Elle assure **l'animation des instances du Contrat**.

Le Comité de baie, est composé d'une cinquantaine de membres.

Réunie une fois par an au minimum, cette instance de concertation a pour missions de :

- veiller à l'application des orientations du Contrat de baie sur le terrain et suivre la mise en œuvre du programme d'actions (études, travaux et communication)
- apporter son avis sur les choix et orientations du Contrat de baie
- valider les études complémentaires
- valider le bilan de l'année écoulée et la programmation de l'année à venir

Le comité de baie assure l'équilibre de la concertation entre les élus des collectivités territoriales, les représentants de l'État, des usagers et du tissu associatif.

Les 42 maîtres d'ouvrages : ils s'engagent à réaliser dans les 5 ans l'ensemble des actions qu'ils ont inscrites au contrat. La réussite du Contrat de baie et l'atteinte des objectifs repose grandement sur le respect de leurs engagements.

Les commissions ou groupes de travail : parallèlement à leur rôle de conseil, elles ont pour mission d'accompagner la réalisation opérationnelle des actions.

Le conseil scientifique, composé de personnalités compétentes dans les différentes disciplines concernées par le Contrat de baie, peut être consulté par le comité de baie. Il assure trois rôles :

- conseil par le biais de recommandations scientifiques
- expertise des actions
- information

Le comité technique et financier : constitué de techniciens représentant les principaux partenaires techniques et financiers du Contrat de baie, ce comité a pour missions de :

- apporter un soutien technique à l'opérateur du Contrat de baie sous forme d'avis ou de cahier des charges
- préparer et faciliter la programmation financière.

ENJEUX ET OBJECTIFS DU CONTRAT DE BAIE N°2

Sur la base du programme de mesure du SDAGE 2010-2015, des éléments du bilan du premier contrat, et de la formulation des enjeux par les acteurs du territoire en ateliers thématiques ou lors des entretiens, une **analyse pression/impact sur les milieux** a été conduite. Elle a permis de distinguer en particulier les thématiques ou les sujets sur lesquels des actions devaient être menées

en priorité, ou sur lesquels des connaissances supplémentaires étaient indispensables. Les **objectifs** ont ainsi été débattus et partagés.

Ces éléments ont été synthétisés pour formuler **4 enjeux et 10 objectifs** :

- **Amélioration de la qualité des eaux**
 - Réduire les pollutions microbiologiques
 - Réduire les pollutions chimiques (métaux-hydrocarbures-organiques)
 - Réduire les pollutions pesticides – nutriments
 - Connaître les rejets de substances médicamenteuses
- **Gestion durable des ressources et des milieux pour le maintien des usages**
 - Gérer durablement la ressource en eau potable
 - Réduire les impacts des usages liés aux milieux aquatiques terrestres, littoraux et marins
- **Amélioration du fonctionnement naturel des écosystèmes aquatiques**
 - Supprimer les macrodéchets et épaves des milieux aquatiques terrestres, littoraux et marins
 - Restaurer, préserver et entretenir le fonctionnement normal des écosystèmes aquatiques terrestres littoraux et marins
- **Maintien d'une animation qui associe durablement les acteurs du territoire**
 - Animer, suivre et évaluer le Contrat de Baie
 - Communiquer, informer et sensibiliser les acteurs et la population

LES PRINCIPAUX OBJECTIFS ET LES ACTIONS « PHARES » :

- **Poursuivre la réduction de la pollution domestique**

Poursuivre la réduction de la pollution domestique pour le maintien des usages et activités de la rade. Cet objectif a été en grande partie atteint dans le cadre du premier Contrat mais les efforts doivent être maintenus.

- **La qualité des eaux de baignade :**

Poursuivre les efforts engagés dans le cadre de la Directive de 2006 pour la mise en place et l'appropriation des profils de vulnérabilité des plages par les communes.

Mettre en place un observatoire pour capitaliser les données du suivi réglementaire et d'auto surveillance de la qualité des eaux de baignade.

Accompagner les communes vers la certification « démarche qualité eaux de baignade »

- **L'assainissement**

Poursuivre les efforts de sécurisation des réseaux d'assainissement.

Réhabiliter les réseaux d'assainissements non collectifs.

Réduire la pollution chimique (en particulier les substances dangereuses et prioritaires)

Amorcé dans le 1^{er} contrat par la mise en place d'une stratégie, **cet objectif constitue le véritable défi du futur contrat**. Il conditionne en effet la réussite de la reconquête du bon état écologique dans les différents compartiments et écosystèmes de la rade.

- **Bassin versant – Rejets d’entreprises**

La poursuite de la mise en place des autorisations de rejet dans les réseaux d’assainissement (opération PRO’Baie) permet d’acquérir de la connaissance sur une partie des sources de contamination chimique. Les audits réalisés permettent d’identifier également les rejets au pluvial et ainsi d’engager, avec l’implication des communes, des démarches de mise en conformité des entreprises.

- **Bassin versant – Étude des flux**

L’action phare de ce contrat sera l’étude des flux contaminants. Multi-partenaire, globale à l’échelle du bassin versant, cette étude va permettre de faire le lien entre les sources polluantes chimiques et le milieu contaminé et permettra d’optimiser les stratégies d’action. La synthèse des données permettra d’identifier les besoins en termes d’équipements de dépollution et d’intégrer ces conclusions dans le cadre de la réalisation du volet qualitatif des schémas directeurs d’assainissement pluvial communaux.

- **Littoral et milieu marin – Les sédiments contaminés**

L’étude multi-partenaire CARTOCHIM réalisée dans le cadre du premier contrat a confirmé la présence d’une importante contamination chimique des sédiments de la rade. La synthèse des données collectées doit être finalisée et un protocole de protection pour la non diffusion des contaminants lors des opérations à risques doit être produit. Les besoins en dragage des ports de la rade et le contexte de contamination ont permis de développer les projets SEDIPLATEFORME et SEDIMED qui étudient et mettent en œuvre des procédés novateurs de dépollution et de valorisation de ces sédiments

- **Littoral et milieu marin – Les ports**

Les autorités portuaires du Contrat de baie se sont engagées à initier/poursuivre la démarche « Ports Propres » et à obtenir la certification « Gestion Environnementale Portuaire ».

▪ **Contribuer à la préservation de la qualité des ressources souterraines**

Contribuer à la préservation de la qualité des ressources souterraines, exploitées pour l’eau potable ou présentant un enjeu pour l’avenir. Il s’agit essentiellement de définir et de mettre en œuvre une stratégie globale de réduction de l’usage des phytosanitaires sur le territoire.

- **Une meilleure connaissance des masses d’eau souterraine**

- **L’agriculture** : accompagner les agriculteurs vers des démarches respectueuses de l’environnement.

- **Les phytosanitaires « non agricoles »**

Une opération collective d’audit des collectivités et de formation certiphyto pour leurs agents sera mise en place. Ceci permettra de réduire les coûts tout en homogénéisant l’action à l’échelle du bassin versant. Les audits permettront à chaque commune de disposer d’une meilleure visibilité sur les objectifs à atteindre dans les 5 ans du contrat.

Cette démarche exemplaire des communes dans la gestion de leurs espaces verts légitimera des actions de communication vers les particuliers pour toucher, in fine, les activités de jardinage (volet communication du Contrat de baie)

- **Connaître les rejets d'autres substances polluantes (médicaments...).**

Le comité de baie a souhaité initier dans ce nouveau contrat une première démarche d'acquisition de données sur les substances polluantes autres que microbiologiques, chimique, phytosanitaire. Il s'agit notamment de s'intéresser aux **médicaments**. Il existe sur le territoire un certain nombre d'hôpitaux, de structures médicalisées pour les personnes âgées auxquels s'ajoute la consommation de médicaments, à domicile, par les particuliers.

L'opération PRO'Baie s'intéressera donc également aux rejets de ces entreprises et il sera prévu, dans le cadre des suivis qualité engagés sur le territoire (suivi des rejets des stations d'épuration, étude des flux ...), d'ajouter, à la liste des contaminants suivis, a minima une substance indicatrice de ce type de contamination.

1/ Avant-propos



Objectifs de TPM concernant le sentier du littoral:

- assurer la continuité du cheminement piéton sur le linéaire côtier de l'agglomération et mettre en sécurité les tronçons existants,
- mettre en valeur les sentiers littoraux au travers de leurs fonctions récréatives et touristiques,
- assurer la protection et l'intégration dans l'environnement des sites traversés.
- gérer les sentiers littoraux sur le long terme, au travers d'un projet pluriannuel cohérent et ambitieux.



1/ Avant-propos



Depuis 2003, plus de 6 millions d'euros ont été investis en études et travaux pour ouvrir des tronçons non sécurisés, réhabiliter et valoriser certains tronçons dégradés, en tenant compte des enjeux environnementaux et paysagers et ainsi assurer la continuité de cheminement le long du littoral. Ces études et travaux font l'objet d'une programmation annuelle.



1/ Avant-propos



Dès 2004, TPM a mis en place les patrouilles vertes sur le sentier du littoral. Elles sont présentes 6 j sur 7 et assurent les missions suivantes:

Surveiller :

- assurer une présence régulière sur le sentier du littoral,
- inventorier les dégâts causés par les intempéries, les promeneurs,
- veiller au bon comportement des usagers,
- prévenir les risques d'incendies,

Informier :

- renseigner les randonneurs (itinéraires, consignes de sécurité, flore...)

Entretien :

- assurer l'entretien courant du sentier :
élagage, remplacement de panneaux, de marches, de palissades, ramassage des déchets...



1/ Avant-propos



Une volonté de départ :

- Assurer la continuité de cheminement en requalifiant et valorisant le sentier du littoral,

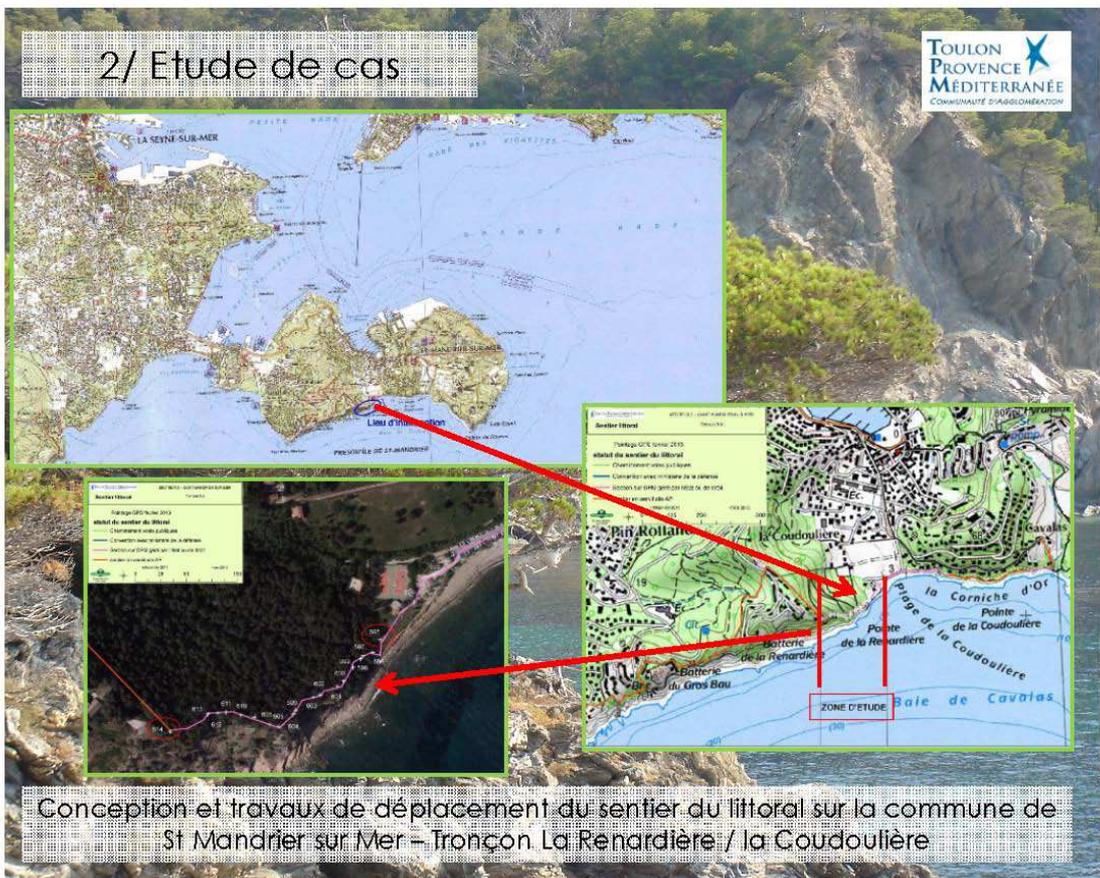
Un tournant :

- *Hiver 2008* : 1^{er} épisode pluvieux entraînant un classement en catastrophe naturelle, accélération des phénomènes érosifs et des dégâts (glissements de terrain, chutes de blocs, destruction d'infrastructures...),

Une évolution stratégique :

- Privilégier le déport stratégique afin d'assurer la pérennité du cheminement et des usagers.





Conception et travaux de déplacement du sentier du littoral sur la commune de St Mandrier sur Mer – Tronçon La Renardière / la Coudoulière

2/ Etude de cas

A/ Contexte d'intervention

Dans le cadre du projet de réaffectation globale du tronçon (marches en pierres, garde-corps, calade en pierres main courante...), une attention particulière a été portée sur le secteur soumis à une forte érosion régressive liée principalement aux eaux de ruissellement superficielles.

Au regard des enjeux touristiques (fréquentation) et paysager du site, la solution retenue devait associer sécurité, confort de cheminement et intégration paysagère.

Avec l'accord du Conservatoire du Littoral, propriétaire de la parcelle riveraine, la solution au départ en retrait a été privilégiée à une solution de confortement lourde à l'impact des points de vue paysager mais également financier.



2/ Etude de cas

A/ Contexte d'intervention

Maîtrise d'ouvrage : Communauté d'Agglomération Toulon Provence Méditerranée (CATPM)

Maîtrise d'Œuvre : EGIS Aménagement puis Office National des Forêts (ONF)

Prestataires : URBAVAR, ALPHAROC et MAS CLOTURES

La réalisation des travaux a nécessité un déroulé de Maîtrise d'œuvre complet de la phase diagnostic au suivi des travaux.

La problématique d'érosion a été prise en compte en urgence entre les phases AVP et PRO suite à une accélération du phénomène.



2/ Etude de cas



B/ Réalisation des travaux

1^{ère} phase: travaux de déport en urgence

- Evacuation de la passerelle provisoire par les patrouilleurs verts de TPM,
- Ouverture aval sur 2 ml dans le mur de propriété avec réalisation d'un emmarchement maçonné y compris muret et double clôture sur poteaux bois pour la mise en défens,



2/ Etude de cas



B/ Réalisation des travaux

1^{ère} phase: travaux de déport en urgence

- Défrichage de l'emprise et débroussaillage côté aval de la nouvelle plate-forme à l'intérieur de la propriété,
- Décapage du sol, reprofilage et compactage de l'assiette,



2/ Etude de cas



B/ Réalisation des travaux

1^{ère} phase: travaux de déport en urgence

- Mise en place d'une clôture amont pour mise en défens de l'accès à la propriété Conservatoire du Littoral. Un panneau de 2 ml est démontable en prévision d'un accès pour travaux.
- Mise en place d'une double clôture sur poteaux bois aval pour mise en défens de la zone de glissement (une revégétalisation pourra être programmée).

Clôture aval de mise en défens



CG 137 (09.07.2013)

Clôture amont de mise en défens



CG 137 (09.07.2013)

2/ Etude de cas

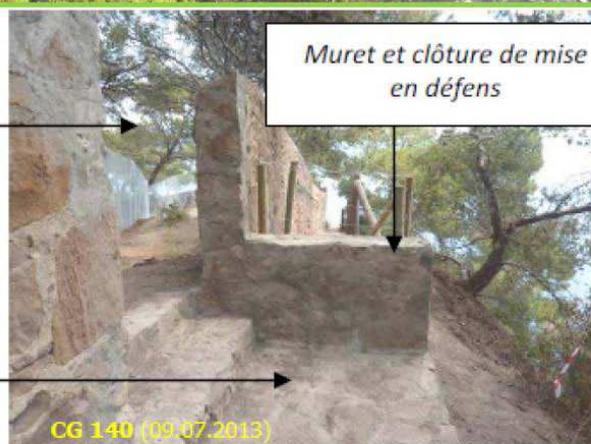


B/ Réalisation des travaux

1^{ère} phase: travaux de déport en urgence

- Ouverture amont sur 2 ml dans le mur de propriété avec réalisation d'un emmarchement maçonné y compris muret et double clôture sur poteaux bois pour la mise en défens.

Ouverture de 2 ml



Muret et clôture de mise en défens

Emmarchement maçonné

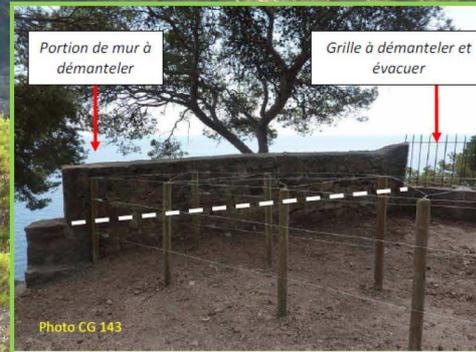
CG 140 (09.07.2013)

2/ Etude de cas

B/ Réalisation des travaux

2ème phase: travaux complémentaires

- Découpage du mur de propriété pour ouvrir la vue sur la mer. Les pierres ont été récupérées pour effectuer les travaux d'amélioration du cheminement sur le reste du tronçon (calades, emmarchements),
- Démantèlement et évacuation de la passerelle amont ainsi que de la grille.



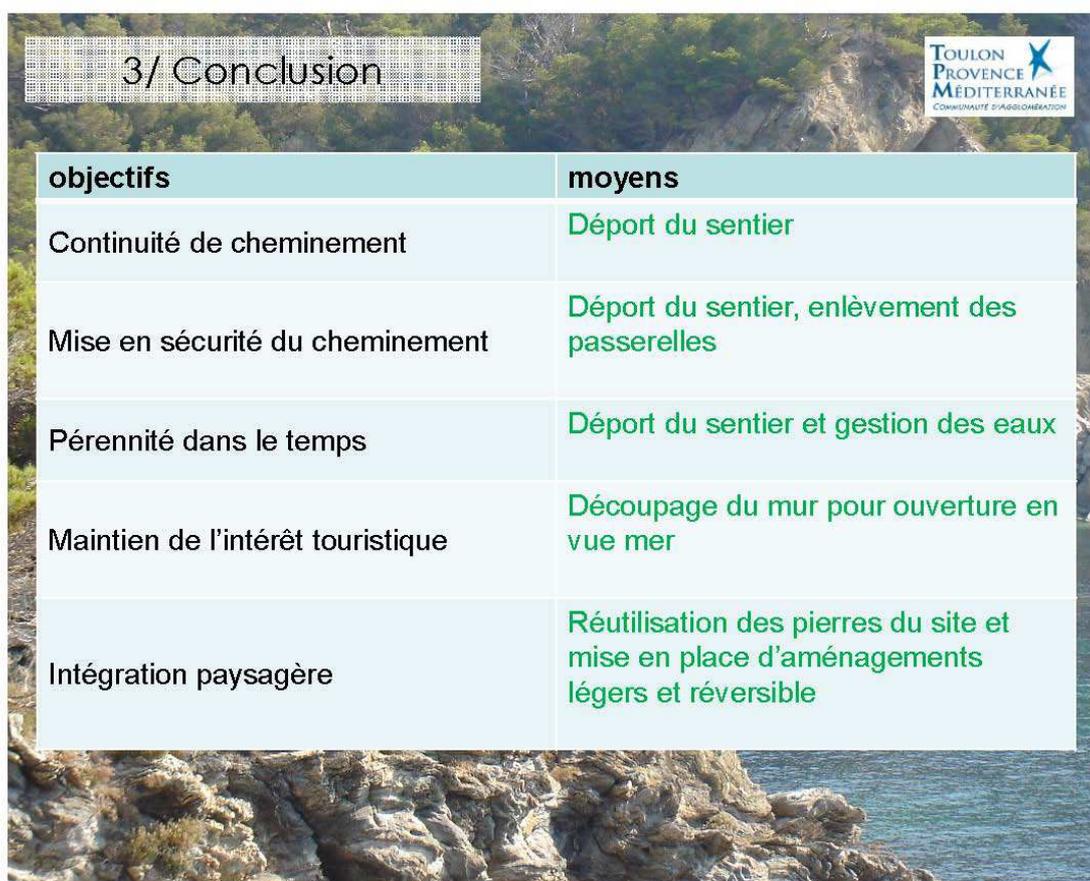
2/ Etude de cas

B/ Réalisation des travaux

2ème phase: travaux complémentaires

- Réalisation d'une barbacane et d'une cunette en pierres maçonnées pour la gestion des eaux de ruissellement.





3/ Conclusion

TOULON
PROVENCE
MEDITERRANÉE
COMMUNAUTÉ D'AGGLOMÉRATION

objectifs	moyens
Continuité de cheminement	Déport du sentier
Mise en sécurité du cheminement	Déport du sentier, enlèvement des passerelles
Pérennité dans le temps	Déport du sentier et gestion des eaux
Maintien de l'intérêt touristique	Découpage du mur pour ouverture en vue mer
Intégration paysagère	Réutilisation des pierres du site et mise en place d'aménagements légers et réversible

Contacts :

TPM DAEUO Service Environnement Chargé de missions sentier du littoral et espaces naturels, Olivier Le Neannec oleneannec@tpmed.org

GESTION DU SITE DE L'ERMITAGE DE LA COUDOULIERE

À quelques centaines de mètres du centre-ville de Saint-Mandrier, riverain de la plage de la Coudoulière, le site de l'Ermitage constitue l'un des derniers témoins du patrimoine naturel et rural de la ville.

Située au sud de la presqu'île de Saint-Mandrier, aux portes de l'agglomération Toulon Provence Méditerranée qui compte plus de 400 000 habitants, cette propriété de 9 ha dominée par une Maison de Maître et d'anciens bâtiments d'exploitation, alliant pinèdes, anciennes cultures méditerranéennes et alignement d'oliviers centenaires, est aujourd'hui sauvegardée dans un double objectif de préservation et de valorisation.

À la fin du XIXe siècle, l'Ermitage, domaine agricole de Paul JUVENAL situé à l'arrière de la plage de la Coudoulière (qui doit son nom aux « coudoulets », petits galets arrondis la composant), s'étendait jusqu'à la Corniche d'Or. Il comprenait une maison de Maître, une petite maison de gardien, une grange ainsi qu'une noria (sorte de puits amélioré, toujours visible).

En 1924, la Marine projette l'établissement d'une batterie à côté du fortin de la Coudoulière construit en 1880 par Napoléon. Menacé d'expropriation par ce projet, Paul Juvénal décide d'offrir à la Marine ses terrains sur la colline de la Renardière.

À son décès en 1940, son neveu, Max Juvénal, reprend le Domaine. Décédé en 1985, de nombreux projets sont alors imaginés sur ce domaine : route, centre de remise en forme, hameau de petites villas groupées...

Rapidement, une association locale se rapproche du Conservatoire du littoral qui décide de racheter l'Ermitage en 2007, afin de sauvegarder ce qui constitue l'un des derniers témoignages des propriétés rurales du littoral varois.

Une mosaïque d'habitats compose la Coudoulière : falaises littorales, végétation d'arrière-plage (cordon de Tamaris), pinède de Pins d'Alep, prairies, oliveraie et anciennes friches agricoles.

Cette diversité de milieux naturels est propice à l'accueil d'une remarquable avifaune fréquentant les milieux rupestres littoraux (Faucon pèlerin, Grand-duc d'Europe), les espaces ouverts anciennement cultivés (Huppe fasciée) ainsi que les milieux marins (Sterne Caugek observée en migration).

Le cortège floristique est constitué d'espèces protégées remarquables comme les stations de Genêt à feuilles de Lin et de Sérapias à petites fleurs.

Dès son acquisition, le Conservatoire du littoral et la commune de Saint Mandrier (co-gestionnaires) ont souhaité engager une étude globale d'aménagement et de gestion du site, élargi à la plage de la Coudoulière.

En 2008, un plan de gestion en définit les grands axes :

- préservation des différentes unités paysagères du site et de leurs écosystèmes (maintien d'une prairie ouverte par pâturage et remise en état d'un vignoble sur les parties anciennement cultivées ; vieillissement naturel de la forêt et préservation des espèces floristiques patrimoniales ; préservation des habitats littoraux et lutte contre les espèces envahissantes) ;
- réhabilitation du patrimoine bâti comme outil pédagogique et témoignage de l'activité agricole passée ;
- restauration de l'équilibre écologique et paysager de la zone littorale (plage de galets/arrière-plage/colline).

Le site est actuellement fermé au public ; il devrait être accessible une fois les nécessaires travaux de restauration et de sécurisation achevés.

D'après www.conservatoire.littoral.fr

TRAVAUX DE REHABILITATION ET D'ENTRETIEN DU SENTIER DU LITTORAL



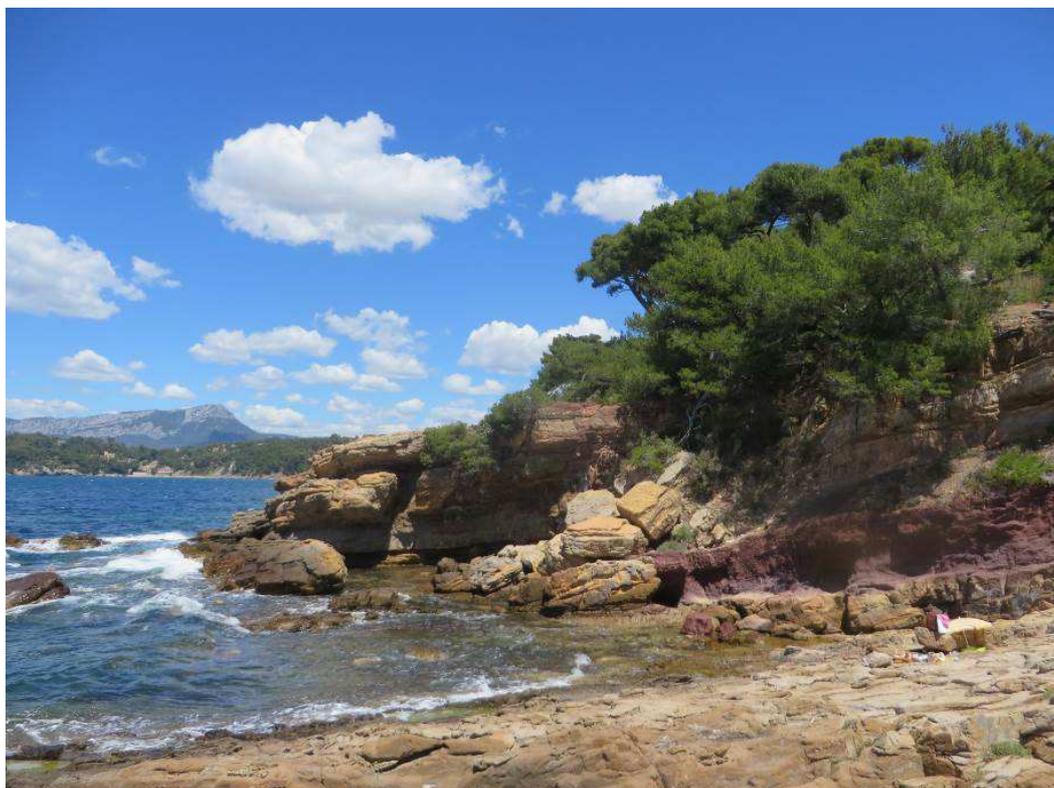
Communauté d'Agglomération de Toulon Provence Méditerranée.



Exemples de réalisations

TRAVAUX DE REHABILITATION ET D'AMELIORATION DU CHEMINEMENT SUR LA COMMUNE DU PRADET -

-TRAVAUX DE CONFORTEMENT DE L'ASSIETTE DU SENTIER A TOULON -



*Travaux réalisés par les
Entreprises*

ALPHAROC et URBAVAR

*Conception et suivi des
travaux par le BET ONF
83/06 et RTM06 : Claude
GUÉRIN, Simon IPOUTCHA
et Thierry EME*



Avant-propos

En 2011, L'ONF a été désigné lauréat de l'appel d'offres lancé par la Communauté d'Agglomération Toulon Provence Méditerranée (TPM) concernant un marché à bons de commande de maîtrise d'œuvre et de prestations d'ingénierie pour la réhabilitation et l'entretien du sentier du littoral.

Les missions confiées comportent principalement :

- ✓ Une synthèse générale de l'ensemble du linéaire en responsabilité TPM (sous les aspects risques, paysagers et environnementaux).
- ✓ Des diagnostics géotechniques de tronçon ayant pour objet d'actualiser les risques répertoriés dans la Synthèse Générale et d'identifier les phénomènes nouveaux.
- ✓ Des études préliminaires de recherche de solutions de parades ou d'amélioration du confort de cheminement.
- ✓ Des Avant Projets et des Projets de parades ou d'amélioration du confort de cheminement.

Les désordres et dysfonctionnements affectant le sentier du littoral sont très souvent liés à des phénomènes érosifs ayant pour origine l'érosion marine et/ou les ruissellements superficiels.

Après quatre années de travail en équipe, et suite aux investigations et aux propositions techniques de l'ONF, les investissements réalisés par la collectivité ont permis dans la plupart des cas, de faire face aux nombreux désordres et dysfonctionnements affectant le sentier du littoral.

Toutefois, le travail d'entretien doit se pérenniser pour faire face aux événements futurs.

En effet, étant donné la géologie du milieu, l'anthropisation importante de la zone d'étude, les défauts répétés de maîtrise des eaux superficielles et le recul inexorable du trait de côte, les solutions techniques à mettre en œuvre pour pérenniser la continuité du sentier du littoral nécessitent une volonté, un engagement et des interventions combinées publiques et privées.

Cela complexifie de plus en plus la programmation des parades et le maintien d'un tracé ouvert en continu.

Autant la perception de l'action érosive marine est connue de tous car très visuelle, autant le défaut de la maîtrise des eaux superficielles est plus difficile à détecter comme phénomène aggravant, car il induit très souvent des infiltrations et des mouvements de sols diffus.

À ce titre, TPM devra donc continuer son action dans ce sens, accentuer son rôle pédagogique et d'information auprès des riverains, afin de gagner en efficacité sur la durabilité de ses investissements.

Il est à noter que la gestion des eaux superficielles est plus simple à mettre en œuvre que des ouvrages de lutte contre l'érosion marine et génère donc des investissements moins élevés.

Dans le cadre de l'atelier EUCC d'octobre 2014, nous avons choisi de décrire des parades mises en œuvre pour pallier ces deux phénomènes conjugués à titre d'exemple.

Exemples de parades et mises en œuvre

- Travaux de réhabilitation et d'amélioration du cheminement sur la commune du Pradet - Plage de La Garonne/Plage des Oursinières -

► Contexte d'intervention

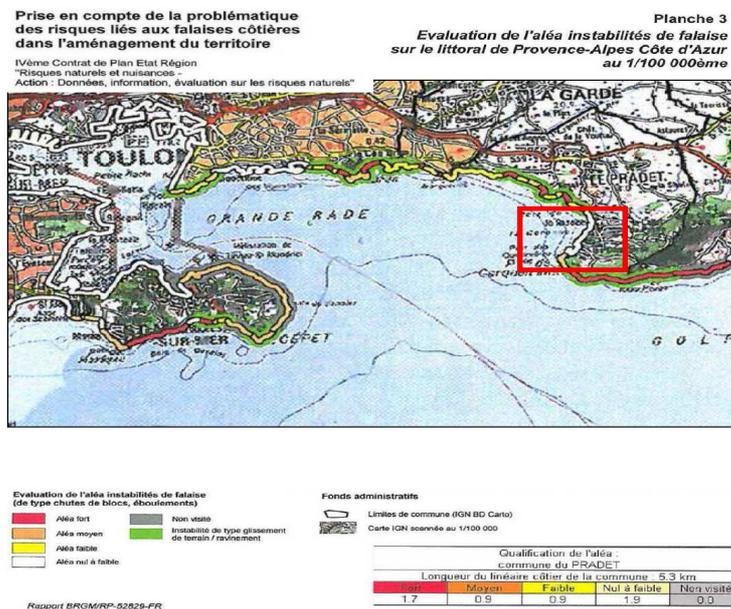
Sur ce secteur, le sentier du littoral est soumis à des **risques d'érosion dus à l'érosion marine combinée aux ruissellements superficiels**, et ce, dans un environnement contraint (Urbain et fréquentation touristique) impliquant des **enjeux** en termes d'intégration paysagère et de confort de cheminement.

- ✓ Maîtrise d'Ouvrage (MOUV) : Communauté d'Agglomération TPM (CATPM)
- ✓ Autres partenaires : Commune du Pradet et DDTM (au titre du DPM)
- ✓ Maître d'œuvre (MOE) : ONF (RTM et BET)
- ✓ Prestataire : URBAVAR.

► Méthodologie et parti pris en terme d'aménagement

La réalisation des travaux a nécessité un déroulé de Maîtrise d'œuvre complet : **de la phase diagnostic au suivi des travaux.**

Bien que l'approche soit pluridisciplinaire (pour la prise en compte des différents enjeux), la définition de l'aléa érosion s'est basée sur le travail réalisé au préalable par le **BRGM** et a été affiné par des investigations terrain réalisées par le RTM 06 et le BET ONF.



Extrait de l'étude BRGM

Cette phase diagnostic a permis de conclure à un risque faible à modéré et en accord avec le MOUV, nous avons **priviliégié des aménagements légers visant l'amélioration du confort de cheminement et l'intégration paysagère.**

► Réalisation et travaux

✓ Conservation et mise en défens des zones végétalisées : **n'intervenir que si nécessaire**

Conscient de l'intérêt de la végétation tant en termes de maintien des sols que d'ambiance paysagère, TPM en accord avec la MOE, a souhaité conserver les îlots végétalisés.

Ceux-ci ont été protégés par mise en place de systèmes de clôtures sur poteaux bois.

Systèmes de clôtures sur poteaux bois



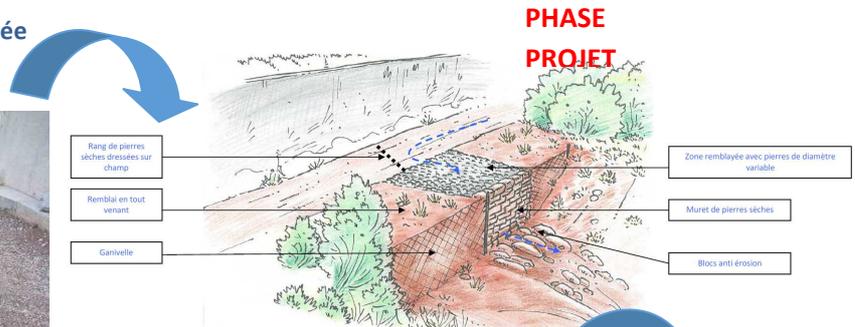
✓ Gestion des eaux superficielles : **mise en œuvre de techniques RTM**

Dans une anse d'érosion (érosion marine associée à des ruissellements superficiels), l'ONF a proposé de mettre en place une technique RTM de stabilisation des sols par réalisation d'une banquette grillagée.

Cette technique (travaux légers et intégrés) alternative à des ouvrages génie civil permet de lutter contre l'érosion due aux eaux superficielles (protection du sentier) dans des espaces non impactés par l'érosion marine.

Réalisation d'une banquette grillagée

**ÉTAT
INITIAL**



PHASE RÉALISATION



✓ Aménagements anti érosifs de génie civil avec habillage maçonné

Le long de la plage, la plate-forme du sentier du littoral était maintenue par un mur de soutènement en pierres maçonnées (40 ml) effacé progressivement suite aux coups de mer.

Dans un souci d'intégration paysagère et de lutte contre l'érosion, il a été réalisé un ouvrage en parpaings à bancher ferrailés et fondés au rocher avec habillage maçonné sur la face aval. Un soin tout particulier a été apporté au drainage des eaux provenant de l'amont.



Ouvrage en parpaings à bancher ferrailés et fondés au rocher avec habillage maçonné sur la face aval

▪ **Travaux de confortement de l'assiette du sentier à Toulon – Lieu-dit "Les Moulins" au Cap Brun**

► **Contexte d'intervention**

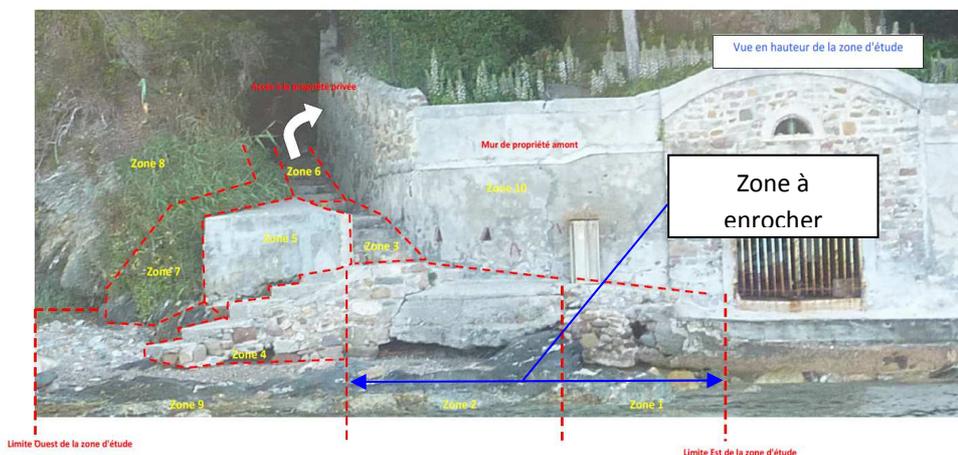
- ✓ Maîtrise d'Ouvrage (MOUV) : Communauté d'Agglomération TPM (CATPM)
- ✓ Autres partenaires : Commune de Toulon et DDTM (au titre du DPM et de la loi sur l'eau)
- ✓ Maître d'œuvre (MOE) : ONF (RTM et BET)
- ✓ Prestataires : URBAVAR et ALPHAROC

Sur ce secteur, le sentier du littoral cheminait sur une **plate-forme bétonnée inesthétique et particulièrement déstabilisée** (affouillement sur tout le linéaire de l'ouvrage). Les **actions érosives** dues à l'environnement marin et à un fossé de collecte des eaux superficielles menaçaient la pérennité du sentier à court terme.

En termes de contraintes, la plate-forme du sentier est accolée à un mur de propriété amont présentant **des signes d'instabilité inquiétants** dus à l'érosion marine cumulée à la poussée du talus et à l'érosion des eaux superficielles en provenance du fossé.



Etat du sentier avant travaux



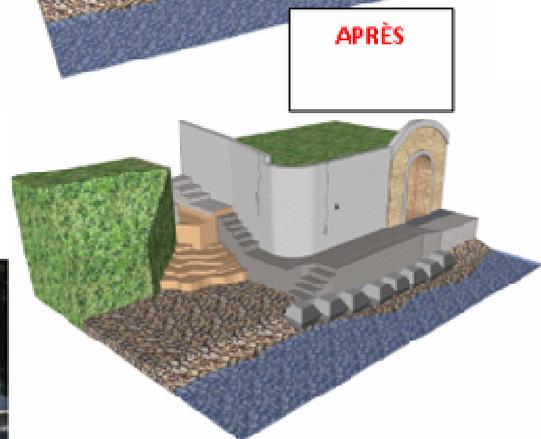
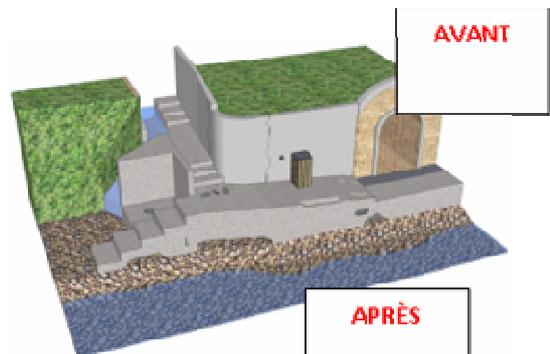
► Réalisations et travaux

Dans ce contexte et parmi les différentes options envisageables, la réalisation d'une plate-forme en béton cyclopéen a été retenue. Plus spécifiquement, il a été réalisé :

- ✓ Le démantèlement de l'ouvrage existant avec des terrassements soignés.
- ✓ Deux lignes d'ancrages GEWI DN 28 mm au rocher.
- ✓ La réalisation de deux murs armés en reprise des ancrages et fondés au rocher.
- ✓ La mise en oeuvre d'un béton cyclopéen pour constitution de la plate-forme (y compris béton balayé en finition).
- ✓ La mise en œuvre d'un enrochement bétonné amont pour protection contre les vagues.
- ✓ La réalisation d'un ouvrage maçonné pour gestion des eaux provenant du fossé.

L'ouvrage terminé présente une résistance accrue à l'érosion marine avec une prise en compte et une intégration du risque d'érosion dû aux eaux de ruissellement amont. Le risque résiduel de basculement du mur de propriété (mise en place de barbacanes) reste du ressort du propriétaire.

En terme d'insertion paysagère, il a été recherché un ouvrage moins impactant (hauteur réduite, canalisation des eaux de ruissellement simplifiée, ...) et homogène avec l'existant (finition en béton balayé identique avec le reste de la plate-forme).



PHASE RÉALISATION



Résultats des travaux réalisés



TRAVAUX DE CONFORTEMENT DU MUR DE LA MARINE NATIONALE A TOULON - LIEU-DIT "PLAGE DE PIPADY" A LA MITRE

► Contexte d'intervention

- ✓ Maîtrise d'Ouvrage (MOUV) : Communauté d'Agglomération TPM (CATPM)
- ✓ Autres partenaires : Commune de Toulon, Marine Nationale, BET ERG et DDTM
- ✓ Maître d'œuvre (MOE) : ONF (RTM et BET)
- ✓ Prestataires : ALPHAROC.

A l'Est de la Tour Royale marquant l'entrée de la rade de Toulon, le sentier du littoral chemine en bord de mer. Il passe sur la plage de Pipady, petite anse sableuse dominée d'un talus d'une vingtaine de mètres de hauteur puis au pied d'un versant rocheux battu par les vagues. Les terrains sont constitués de roches métamorphiques friables appartenant à la série des phyllades supérieurs de Six-Fours. La mer érode progressivement la partie basse du versant et provoque le glissement régressif de l'ensemble du talus.



Localisation du site

La Marine Nationale est propriétaire du versant et des terrains supérieurs sur lesquels sont implantés des équipements militaires stratégiques.

À la suite des intempéries hivernales de l'hiver 2008/2009 (fortes pluies et coups de mer), une partie du versant glisse et ensevelit partiellement le sentier. L'itinéraire est fermé au public.

En juin 2009, le glissement est équipé d'une surveillance extensométrique dans l'attente d'une solution de traitement plus durable.

Au cours d'un important coup de mer en novembre 2011, le glissement gagne en surface et détruit le dispositif de suivi. Il s'étend alors sur une quinzaine de mètres de largeur, 18 m de hauteur jusqu'à atteindre et fragiliser les fondations du mur d'enceinte de la propriété de la Marine nationale.



Glissement de terrain observé

► Réalisation et travaux

✓ Travaux suivis par la Marine Nationale en tête de versant

Avant la saison estivale 2013, les travaux de stabilisation du versant sont entrepris :

Le mur de soutènement de la propriété de la Marine Nationale est renforcé d'une paroi clouée en béton armé. Les travaux sont réalisés par l'entreprise Tetra sous maîtrise d'oeuvre ERG, financés par la Défense Nationale.



Travaux suivis par la Marine Nationale

✓ Travaux suivis par TPM en versant et en pied

Les travaux réalisés au printemps 2013 par l'entreprise ALPHAROC se sont décomposés de la façon suivante :

- ◆ Débroussaillage de 5 m de part et d'autre du glissement constaté.
- ◆ Purge complémentaire du versant glissé à la pelle araignée.
- ◆ Mise en place d'une grille synthétique tridimensionnelle pour protéger la surface terreuse mise à nu lors du glissement de l'érosion occasionnée par les intempéries.
- ◆ Placage d'un grillage à haute limite élastique, type TECCO, avec ancrages de 28 et 32 mm de diamètre, de 7 à 8 m de longueur. Les résistances à la traction des ancrages sont au minimum de 150 et 210 kN. Pour drainer le versant, ce dispositif est complété de drains sub-horizontaux.
- ◆ Mise en place d'un dispositif de lutte contre la sape du pied de versant par la mer. Initialement, plusieurs solutions techniques avaient été étudiées :
 - Enrochement de blocs en protection du pied de versant maintenus par un grillage Tecco ancré.
 - Enrochement agencé en blocs scellés au sol rocheux et pouvant servir de plateforme pour le sentier.
 - Gabion en panier remplis de pierres et servant de cheminement.

Après réalisation des purges, il a été constaté une mauvaise qualité de roche en pied. Après une réflexion collective, TPM retiendra une solution de protection de pied mixte alliant une paroi clouée en béton armé et une protection en blocs maintenus par un grillage TECCO ancré.

- ◆ Revégétalisation naturelle de versant.



Travaux suivis par TPM

✓ Prescriptions spéciales

Historiquement, le site a été le théâtre d'opérations militaires. Des projectiles de guerre (boulets anciens à la poudre noire, tête d'obus de la seconde guerre mondiale) ont été découverts à l'occasion des travaux.

Pour éviter le risque pyrotechnique lors des travaux, le service de déminage de la Marine Nationale a inspecté le versant et a procédé à l'évacuation des anciens projectiles militaires (boulets de canons) avant les travaux d'agencement des blocs pour reconstitution de la plate-forme du sentier en bordure de mer.

TRAVAUX DE CONFORTEMENT DE L'ASSIETTE DU SENTIER A TOULON - LIEU-DIT "LA MITRE" DE LA PLAGE DE LA MITRE AU FORT SAINT-LOUIS (TRONÇON 6.3.)

► Contexte d'intervention

- ✓ Maîtrise d'Ouvrage (MOUV) : Communauté d'Agglomération TPM (CATPM)
- ✓ Autres partenaires : Commune de Toulon et ERG
- ✓ Maître d'œuvre (MOE) : ONF (RTM et BET)
- ✓ Prestataires : URBAVAR et ALPHAROC.

Ce tronçon se situe au cœur de la ville de Toulon, dans un espace bâti, comportant de grandes contraintes liées à la forte demande des citoyens (promenade, course, accès aux criques et plages, ...).

À la demande de TPM, le bureau d'études géotechniques ERG a réalisé plusieurs études sur la zone jusqu'en 2011.

Les investigations de terrain réalisées dans ce cadre précisent les caractéristiques géologiques et mécaniques de la zone d'étude.

L'ONF a également produit en mai 2013 une étude de diagnostic pour le suivi de la stabilité des terrains aux abords du sentier du littoral sur la zone.

De ces différentes études, il ressort que les sols sont composés de strates diversement décomposées, d'épaisseurs variables, qui peuvent se superposer :

- ✓ Terrains superficiels de recouvrement constitués de remblais ou de phyllades très décomprimées.
- ✓ Phyllades en place fortement altérées :
 - Phyllades plus ou moins altérées
 - Des travaux de confortement de talus.



Localisation du site

Courant 2013, les études sur cette zone se sont précisées et le dossier AVP a été finalisé fin 2013, le dossier PRO a débuté en 2014. Les actions étaient prêtes et de deux natures : confortement d'assiette et maîtrise des écoulements.

Par contre, lors de l'hiver 2013/2014, la forte pluviométrie a généré des écoulements superficiels importants en provenance des jardins riverains et concentrés dans des exutoires anciens et sous les portes d'accès. Cela a provoqué des phénomènes érosifs rapides du talus ayant eu des conséquences importantes à deux endroits :

✓ Sur 23ml en zone 6

- ◆ Un ancien glissement a arraché une partie de grillage et est remonté jusqu'au sommet du versant. Le mur de soutènement de la plate-forme du sentier est localement affouillé.
- ◆ Début 2014, l'ouverture d'une fissure en bordure de la margelle en béton a été observée en tête de talus, ainsi qu'un début de glissement lent des matériaux vers la plage située en contrebas.



Dégâts observés début 2014

✓ Sur 25ml en zone 15

Lors du constat de septembre 2013, le mur érigé contre les chutes de hauteur était instable : un tuyau déversait une eau de qualité suspecte à l'aval immédiat de ce mur, à l'endroit même où les signes de mouvements sont les plus nets. De plus, l'affouillement généré par cet écoulement intempestif avait provoqué le début de glissement des fondations du mur.



Dégâts observés en septembre 2013



Début 2014, l'affouillement généré par cet écoulement intempestif a généré le glissement des fondations du mur et l'écroulement des murs de soutènement de la plate-forme obligeant à la fermeture du sentier sur ce tronçon.



Glissement observé début 2014

► Réalisation et travaux

Zone 6.

- ✓ Purge du paquet glissé: volume estimé à 10 m³ et reprofilage du versant.
- ✓ Reprofilage de la zone.
- ✓ Démontage de la barrière blanche existante en crête de versant.
- ✓ Pose d'une géogrille naturelle (coco) et d'un grillage TECCO (avec ancrages de confortement) sur 20 m de longueur et les 7 premiers mètres de hauteur en tête de versant. (Compte tenu de leur structure rocheuse, les 3 mètres de hauteur à partir du niveau de la mer ne seront pas recouverts de grillage car compacts et résistants aux coups de mer pendant encore un moment).
- ✓ Collecte des eaux de ruissellement réalisée par :
 - déviation de la canalisation en provenance de la propriété voisine avec regard avaloir
 - longrine maçonnée faisant office de renvoi d'eau
 - pavage de la zone pour éviter l'infiltration
- ✓ Mise en place d'un garde-corps constitué de poteaux bois dans des platines en acier inox et de lisses en fils inox.
- ✓ La revégétalisation du TECCO (en automne).



Travaux réalisés sur la zone 6



Travaux réalisés sur la zone 6 (suite)

Zone 15

- ✓ Déblaiement des parties glissées et reprofilage en vue de la constitution des fondations de paroi.
- ✓ Mise en œuvre des forages verticaux pour micropieux et horizontaux pour ancrages.
- ✓ Mise en œuvre de ferrailage et des drains subhorizontaux.
- ✓ Collecte des eaux de la propriété voisine à ressortir dans la paroi.
- ✓ Coulage du béton projeté et de la longrine en partie haute.
- ✓ Mise en place du ballast en remblai.
- ✓ Mise en place des rambardes.
- ✓ À faire en automne 2014 : finition paroi béton par enduit ou béton projeté coloré.



Il est à noter que les travaux de ce secteur ne sont pas finis :

- ✓ Des parades existantes sont à conforter.
- ✓ Des parades neuves sont à créer notamment voisine de la zone 6 pour consolider le versant.
- ✓ Des imperméabilisations de plate-forme et des renvois d'eau choisis sont à réaliser afin de ne pas retarder l'action de sape de l'érosion hydrologique.

Contacts :

Communauté d'Agglomération TPM – Anne Marie Grimal : amgrimal@tpm.org

Communauté d'Agglomération TPM – Olivier Le Neannec : oleneannec@tpm.org

Office National des Forêts – Claude Guérin : claud.guerin@onf.fr

TRAVAUX DE STABILISATION DE VERSANT ET DE LUTTE CONTRE L'ÉROSION MARINE DANS L'ESPACE NATUREL SENSIBLE DE LA PLAGE DU MONACO (COMMUNE DU PRADET)



Travaux réalisés en 2013 par les entreprises STS et ABC. Conception et suivi des travaux par le BET ONF 83/06 et le service RTM06

QU'EST-CE QU'UN ESPACE NATUREL SENSIBLE ?

Un Espace Naturel Sensible (ENS) participe au maintien de la biodiversité et des paysages pour que les générations futures puissent profiter de la richesse actuelle des espèces animales et végétales présentes sur le territoire départemental. Il est intégré dans le Domaine Public Départemental.

Il permet de préserver un équilibre entre les espaces urbanisés, naturels, agricoles et de ce fait, constitue un outil d'aménagement du territoire durable et cohérent.

Il constitue un support privilégié d'éducation à l'environnement afin d'instaurer une prise de conscience de la valeur du patrimoine naturel et des comportements éco-citoyens.

Il contribue à préserver le cadre de vie de la population locale, mais aussi de la population touristique. Il est un lieu de découverte des richesses naturelles si le site et sa fragilité le permettent. Il n'est pas un milieu urbanisé, artificialisé.

POLITIQUE DEPARTEMENTALE EN MATIERE D'ESPACES NATURELS SENSIBLES

Le Département du Var, par sa géologie, sa diversité géographique, ses paysages et son climat contrasté, possède une grande variété de milieux naturels et d'espèces remarquables.

L'action anthropique a en outre façonné ces milieux naturels de manière à présenter actuellement une diversité de paysages qui vont du littoral méditerranéen aux espaces boisés et minéraux des Préalpes en passant par les zones rurales et les zones urbanisées.

Mais cette richesse extraordinaire, qui participe fortement à l'attractivité et à la qualité de vie de notre département est un capital fragile qu'il nous faut sans cesse préserver.

Le Conseil Général du Var a un rôle déterminant à jouer pour respecter cette exigence.

Depuis plus de 20 ans, il mène une action volontaire et ambitieuse en faveur de la préservation et la mise en valeur des Espaces Naturels et des paysages.

La taxe Départementale des Espaces Naturels Sensibles a permis de financer cette politique. Plus de 13 253 hectares répartis en 243 sites sur 113 communes ont été acquis, plaçant le Département du Var au deuxième rang des Départements propriétaires d'espaces naturels en France.

56 328 hectares sur 34 communes ont été classés en périmètre de préemption au titre des Espaces Naturels Sensibles.

Une participation financière importante a été consacrée à l'entretien des sites du Conservatoire du Littoral.

Des aménagements conséquents de valorisation des Espaces Naturels ont été financés (Maison de la Nature des Quatre Frères, Ecoferme de La Barre, sentiers de randonnées, équipements d'accueil du public ...).

PRESENTATION ET HISTORIQUE DU SITE DE LA PLAGES DU MONACO

L'espace Naturel Sensible de la plage du Monaco est une ancienne propriété privée sur laquelle les propriétaires avaient pour objectif de construire des maisons. Après réalisation de l'accès, des terrassements et des fondations, le projet d'urbanisation a été stoppé et l'ensemble acquis par le Conseil Général du Var pour en faire un espace protégé de détente. Ce dernier est composé de la plage du Monaco et du versant qui la surplombe. Une piste puis deux escaliers permettent aux usagers de descendre jusque sur la plage. Ce versant est instable du fait d'une forte érosion marine.

Du point de vue géologique, le site est constitué de roches métamorphiques appartenant à la série des phyllades supérieurs de Six-Fours. Ce sont d'anciennes roches argilo-sableuses d'origine marine, transformées suite à des changements de température et de pression. Elles se caractérisent par une structure en strates et présentent un débit en feuillet qui leur donne un aspect assez friable, naturellement sensible à l'érosion et au glissement en cas de forte pluie.

Les caractéristiques topographiques et géologiques sont donc défavorables à la stabilité du site : forte pente, circulation d'eau superficielle constatée et souterraine supposée, importante érosion marine, remaniements localisés du sol lors de terrassements mécaniques anciens avec remblais vraisemblablement gerbés dans la pente sans précaution particulière.

En 2002, le versant est partiellement recouvert d'un grillage pendu.

En 2008, une partie de ce versant glisse sur la plage. Le grillage est partiellement arraché mais limite la propagation des matériaux sur la plage.



Pied de falaise sapé

En octobre 2009 et mars 2010, le bureau d'études géotechniques ERG réalise une étude géologique et propose une mise en sécurité.

En juillet 2011, le bureau d'études FONDASOL étudie la stabilité de trois murs de soutènement de la piste d'accès à la plateforme sur laquelle devait être édifiée la maison.

La même année, sur la base des propositions techniques des bureaux d'études, le Conseil Général du Var attribue à l'Office National des Forêts (bureau d'études 06/83 associé au service Restauration des Terrains en Montagne des Alpes Maritimes) la conception, la passation et le suivi de travaux de restauration des équipements d'accueil du public et d'amélioration de la protection du versant contre l'érosion. L'enveloppe financière allouée est fixée à 150 000 € HT.

TRAVAUX REALISES

Dans la limite de l'enveloppe financière fixée, la solution technique de stabilisation du versant doit prioritairement éviter le sapement du pied du talus de la zone en glissement mais aussi lutter contre les infiltrations d'eau de ruissellement à l'amont et sur la zone en glissement et réduire l'érosion de surface.

Les travaux proposés, sans réalisation d'études géotechniques supplémentaires, répondent aux préconisations des bureaux d'études ou formulées par le maître d'ouvrage lors de la visite de lancement. Tout en minimisant l'impact visuel et environnemental des travaux, ils maintiennent ou améliorent les dispositifs existants.

1. L'aménagement de l'accessibilité de l'espace : La piste est reprofilée, les escaliers maçonnés refait au niveau de la plage, les escaliers en traverses bois partiellement remplacés.



Reprise des escaliers maçonnés



Reprise des escaliers en traverses bois

2. Surveillance des murs béton : Les murs en béton sont équipés de plots au mortier de part et d'autre des fissures pour déceler toute aggravation des mouvements observés à ce jour.



Témoins pour suivi des fissurations

3. La canalisation des eaux superficielles est améliorée pour limiter les apports dans la zone glissée.



Cunettes empierrées

4. La sécurisation du versant surplombant la plage est améliorée.

Pour avoir un impact minimal sur la végétation et préserver au mieux les dispositifs existants :

- 1) Une canalisation aérienne en préfabriqué ciment est mise en place en tête de versant pour collecter les eaux superficielles et d'écoulement de la piste.



Collecteur des eaux de ruissellement

- 2) La protection grillagée existante est étendue et renforcée :

- par liaison sur une nouvelle ligne d'ancrages déportés en tête, reliés par des câbles aux ancrages de tête existants et camouflés dans les fouilles de la canalisation des eaux,



Pose d'un grillage au sol

- par ajout de câbles (verticaux tous les trois mètres, ligaturés au grillage) et doublure du grillage sur les trois derniers mètres au niveau de la plage.
- remplacement de la ligne d'ancrages en pied de grillage,



Engrillagement de la falaise

3) Un ensemencement hydraulique est réalisé sur tout le versant.



Reprise de la végétation sur la falaise stabilisée

4) Une protection en gabions bois est mise en place, sur une quinzaine de mètres linéaires, en pied de versant pour éviter le sapement du pied de versant.

Cette dernière prestation innovante en milieu littoral est détaillée ci-dessous.

REALISATION DU GABION BOIS

Du fait de la difficulté d'approvisionnement en pierres ou blocs rocheux pour réaliser des gabions (grillagés ou treillis soudés) ou un enrochement en pied de versant, toute solution de protection contre l'érosion marine avait été écartée dans les études précédentes.

Comme il était possible d'approvisionner des grumes par le haut du versant ou par barge et d'utiliser des matériaux du site, le soutènement par gabion bois s'est avéré être une solution intéressante.

Malgré le manque de recul de cette technique en bord de mer et les incertitudes relatives à la durabilité du bois mis en œuvre dans ces conditions particulières, le représentant du Conseil Général a été séduit par l'intégration paysagère de la solution technique proposée et a validé cette expérimentation.

Au final, 18 mètres linéaires de gabions ont été montés sur près de 2,5 m de hauteur et 2 m de profondeur. La pelle mécanique de 5 tonnes, tous les matériaux ainsi que les grumes de robinier faux acacia ont été approvisionnés par barge. Les quelques longrines excédentaires ont été ajoutées au sommet de l'ouvrage pour augmenter sa capacité à retenir les matériaux du talus.

Outre les prescriptions constructives habituellement respectées en montagne, des adaptations techniques ont été mises en œuvre pour renforcer la durabilité et la résistance de l'ouvrage soumis à l'assaut des vagues :

- 1) L'essence de bois choisie est du robinier faux acacia, seule essence métropolitaine considérée comme "durable" en classe d'environnement 5 "en contact avec l'eau de mer". Les grumes livrées non écorcées sont d'origine espagnole. L'écorçage des billes, de 30 à 50 cm sur écorce, a eu lieu sur la plage. Les résidus d'écorçage ont été utilisés en gainage autour des drains PVC mis en œuvre dans le corps de l'ouvrage.
- 2) Par sécurité et en l'absence d'étude marine spécifique, l'ouvrage est basé 1 m sous le niveau de la plage sur une plateforme taillée avec un léger pendage amont (10°) à la pelle mécanique dans les phyllades en place.



Découpe des bois

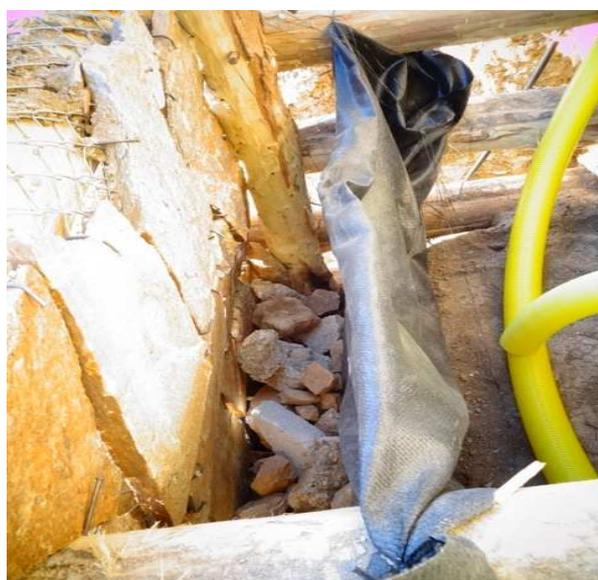
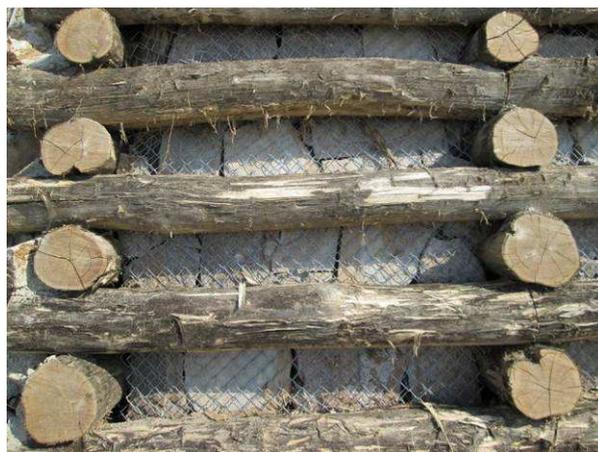


Les vagues pouvant développer des forces verticales, du bas vers le haut (inverses à la pesanteur), les liaisons entre l'ouvrage (traverses et longrines) et le sol sont renforcées.



Fixation des éléments du gabion

- 3) Pour éviter le prélèvement des matériaux de remplissage à travers les longrines de l'ouvrage lors des coups de mer, le remblai, extrait sur site, a été confiné dans les parties centrale et arrière de l'ouvrage au moyen d'un géotextile, d'un masque drainant réalisé en pierres de petite taille, d'un grillage simple torsion et localement de pierres plates dressées sur champ.



Vues du gabion avec parement de pierre et géotextile

- 4) Des drains agricoles et routiers ont été mis en œuvre en arrière et dans le corps de l'ouvrage pour récupérer l'eau d'infiltration qui pourrait être projetée sur l'ouvrage lors des coups de mer.
- 5) Le grillage simple torsion constitutif de l'ouvrage a été rabattu sur le sommet de celui-ci et relié au grillage de soutènement du versant pour interdire l'entraînement des matériaux par les vagues.
- 6) À l'initiative de l'entreprise qui a réalisé le gabion, un banc a été intégré dans l'ouvrage pour illustrer les multiples possibilités offertes dans l'adaptation des ouvrages bois au contexte environnant.



Le gabion une fois réalisé

Comptabilité chantier

Le montant total des travaux s'est élevé à 162 000 € TTC dont: 40 427 € TTC pour la réalisation du gabion bois.

Les frais de maîtrise d'œuvre ont totalisé 16 146 € TTC dont 9 686 € TTC pour la conception et 6 458 € TTC pour le suivi des travaux.

Intervenants

Pour le Conseil Général du Var, Franck Gualco, représentant du Maître d'ouvrage.

Pour l'ONF, Claude Guerin, chef de projet et responsable du BET 06/83, Vincent Segel, Thierry Eme et Jean-Luc Demirdjian, pour la technicité RTM, Simon Ipoutcha, Thibault Sauvaget et Angelina Blais du BET 06/83 pour le suivi de chantier, l'appui naturaliste et paysager.

Pour la réalisation des travaux, Synergie Travaux Spéciaux adjudicataire du marché (83500 La Seyne sur Mer), Attitude Bois Création (05160 Savines le Lac) pour l'approvisionnement et le montage de la structure bois du gabion.

Contacts :

Conseil Général du Var – Franck Gualco : fgualco@cgvar.fr

Office National des Forêts (RTM) – Thierry Eme : thierry.eme@onf.fr

BIBLIOGRAPHIE

- Blanc J-J., Caron J-P., Coulon C., Gueirard S., Gouvernet C., Haug E., Lanquine A., Lutaud L., Maury E., Michel-Levy A., Philip J., Rouire J.** (1969) - Notice explicative et Carte géol. France (1/50 000), feuille Toulon (1064) Orléans : BRGM, 23 p.
- Bordet P., Blanc J., Jeudy-de-Grissac A., Chamley H., Durrozooy G.** (1976). Notice explicative et Carte géol. France (1/50 000), feuille Hyères-Portofino (1046) Orléans : BRGM, 21 p.
- Claeys C., Marçot N., Fissier L., Giuliano J., Lebourg T., Godard V., Dewez T.** (2014) - L'érosion des falaises côtières en région PACA : une approche interdisciplinaire géologie/sociologie – Colloque COCORISCO Brest 2014
- Giuliano J., Godard V., Dewez, Lebourg T., Tric E., Marçot N.** (2013) - Structural control on regional coastline orientations: example from South-eastern France - Proceedings 12th International Coastal Symposium (Plymouth, England), Journal of Coastal Research, Special Issue No. 65
- Guide LCPC** (2001) – Parades contre les instabilités rocheuses. Collection Environnement, Les risques naturels _ MATE.
- Institut français de l'environnement** (2005) – La perception des risques naturels – Les données de l'environnement, n°99.
- IPCC/GIEC** (2007) - Bilan 2007 des changements climatiques : les bases scientifiques physiques, 4ème Rapport d'évaluation du Groupe de Travail I, Résumé à l'attention des décideurs (traduction provisoire non officielle), France, février 2007.
- IPSL, Météo France** (2007) - Livre Blanc ESCRIME – Etude des Scénarios Climatiques, janvier
- Yves** (2000) Analyse spatiale et mise en place de systèmes d'information pour l'évaluation de la vulnérabilité des territoires de montagne face aux risques naturels. Thèse Université Joseph Fourier – Grenoble 1. U.F.R. de géographie.
- Marçot N., Schuller L., Mathon C.** (2014) – Actualisation des connaissances et cartographie de l'aléa instabilités de falaises côtières sur le littoral des Bouches-du-Rhône. Rapport final BRGM/RP-62643-FR
- Marçot N.** (2010) - Rapport de synthèse sur le projet « Valorisation de l'étude relative à la prise en compte de la problématique des risques liés aux falaises côtières dans l'aménagement du territoire en Provence Alpes Côte d'Azur ». Rapport final BRGM/RP-59324-FR.
- Marçot N., Azibi L.** avec la collaboration de **Boucher E.** (2008) – Prise en compte de la problématique des risques liés aux falaises côtières dans l'aménagement du territoire en Provence-Alpes-Côte d'Azur – Année 3 : Etude de segments représentatifs, propositions d'aménagement et établissement d'une méthodologie pour réduire la vulnérabilité à l'échelle d'une commune Rapport BRGM RP-56090-FR.
- Marçot N.** avec la collaboration de **Mathon C.** (2004) – Prise en compte de la problématique des risques liés aux falaises côtières dans l'aménagement du territoire en Provence-Alpes-Côte-D'azur – Année 1 : Bilan des connaissances, définition des instabilités et qualification de l'aléa. Rapport BGRM RP-52829-FR.
- Nations Unies** (1992) – Glossaire international multilingue agréé de termes relatifs à la Gestion des Catastrophes. INDR, 83p.

Office National des Forêts (2013) – Opération démonstrative de gestion du sentier littoral de Carry le Rouet. Etude géotechnique et environnementale et chantier pilote de travaux de génie écologique. Réalisé dans le cadre d'un mécénat d'HSBC et pour le compte de la commune de Carry le Rouet.

Office National des Forêts – BRGM (2013) - Méthodologie pour le diagnostic des relations érosion – végétation de la côte littorale rocheuse de la région PACA. Mise en place d'un atlas régional des contextes littoraux potentiellement propices à une gestion de l'érosion s'appuyant sur la végétation et une part de génie écologique.

Office National des Forêts (2013). Travaux de génie écologique sur le sentier littoral de Ramatuelle avec pose de gabion bois

Office National des Forêts (2012-2013) - Maîtrise d'œuvre de travaux lutte contre les glissements de terrain de l'espace naturel sensible de la plage du Monaco (commune du Pradet), propriété du Conseil Général du Var. Projet mené avec le service RTM des Alpes Maritimes.

Office National des Forêts (2011 et suivantes). Maîtrise d'œuvre pour la restauration du sentier littoral de la communauté d'Agglomération Toulon-Provence-Méditerranée. Projet mené avec le service RTM des Alpes Maritimes.

Office National des Forêts (2005) - Prévention de l'érosion par le maintien d'un étagement de la végétation sur la colline du Château site urbain littoral à forts enjeux touristique et paysager. Programme pour la ville de Nice.

Office National des Forêts (2001) - Etude de mise en sécurité du sentier littoral sur la commune de Six-Fours (Haute Lègue – Notre dame du Mai) pour la ville de Six-Fours.

Office National des Forêts (2000) - Sécurisation d'un sentier littoral de 6 km à la Seyne sur Mer. Revégétalisation de talus, stabilisation en restanques de pierre sèche, enlèvement d'arbres instables, déplacement du sentier dans les secteurs de recul de falaise. Maîtres d'ouvrage : commune de la Seyne sur Mer.

IMS (2001) - Sentiers du littoral, diagnostic de risques : fiches 23 à 37 – pour la DDTM 83 - Subdivision Etudes et Travaux Maritimes et Bases Aériennes

BRGM (1988) - Falaise de la Pointe de la Rascas – St Mandrier (83) – Avis sur la stabilité - Rapport BRGM 88SGN609PAC

BRGM (1986) - Etude de la stabilité de la falaise de Pipady à Toulon – - Rapport BRGM 86SGN545PAC

IMS (2001) – Sentiers du littoral, diagnostic de risques : fiches 16 à 22 – pour la DDTM 83 - Subdivision Etudes et Travaux Maritimes et Bases Aériennes

Sites Internet

Observatoire Régional des Risques Majeurs ORRM : <http://observatoire-regional-risques-paca.fr/>

Événements mouvements de terrain historiques : www.mouvementsdeterrain.fr

Presse <http://www.varmatin.com>

BRGM <http://www.brgm.fr>

ONF : <http://www.onf.fr>

